GRUPO FAMETRO

Engenharia Ambiental

Pesquisa científica no contexto acadêmico

Organizadoras

Alexandra Amaro de Lima

Livia da Silva Oliveira

Editora Poisson

VOLUME 1

Alexandra Amaro de Lima
Livia da Silva Oliveira
Organizadoras

Engenharia Ambiental
Pesquisa científica no contexto acadêmico
Volume 1

1ª Edição

Belo Horizonte
Editora Poisson
2024

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MSc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
Dra. Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo - FAMETRO
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57
Engenharia Ambiental: pesquisa científica no contexto acadêmico-Volume 1/ Organização: Alexandra Amaro de Lima, Livia da Silva Oliveira, Belo Horizonte - MG: Editora Poisson, 2024

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-403-1
DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1

Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Engenharia Ambiental 2. Ensino I.LIMA, Alexandra Amaro de II. OLIVEIRA, Livia da Silva III. Título

CDD-363.7

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.
Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Esse e outros títulos podem ser baixados gratuitamente em www.poisson.com.br
Entre em contato pelo contato@poisson.com.br

Organizadoras

Profa. Dra. Alexandra Amaro de Lima

Bacharel em Meteorologia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Mestre em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Doutora em Clima e Ambiente pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – (INPA/UEA). Atua no ensino superior desde 2013, como docente nos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Elétrica, Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica e Engenharia Civil no Centro Universitário FAMETRO. É pesquisadora e professora permanente do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental no Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia – (ITEGAM).

Profa. Me. Livia da Silva Oliveira

Licenciada em Física pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Atualmente é coordenadora do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário FAMETRO. Atua no ensino superior desde 2011, como docente nos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Elétrica, Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica.

Prefácio

Este livro tem como objetivo fornecer uma visão geral abrangente dos princípios fundamentais da engenharia ambiental, com ênfase em sua aplicação prática. A engenharia ambiental é um campo vasto e em constante evolução, e esperamos que este livro possa ajudar a fornecer uma base sólida para aqueles que estão começando suas carreiras nessa área.

Ao longo do livro, exploraremos conceitos fundamentais, como circuitos elétricos, eletrônica, sistemas de controle, teoria eletromagnética e muito mais. Também discutiremos as últimas tendências e tecnologias em engenharia ambiental, incluindo tratamento de resíduos sólidos, energia renovável, sustentabilidade ambiental e recursos hídricos.

Este livro é destinado a estudantes de engenharia ambiental, engenheiros recém-formados ou profissionais experientes que buscam atualizar seus conhecimentos. Ele também pode ser útil para outros profissionais que trabalham em campos relacionados, como gestão ambiental, segurança do trabalho e ciências ambientais.

Esperamos que este e-book seja informativo e útil para você. Se você tiver alguma dúvida ou comentário, não hesite em entrar em contato conosco. Boa leitura!

Profª Me. Livia da Silva Oliveira
Coordenadora de Engenharia Elétrica
Centro Universitário FAMETRO

SUMÁRIO

Capítulo 1: Análise da qualidade das águas de nascentes nas proximidades do Cemitério Nossa Senhora Aparecida, Manaus/AM 10

Christopher Romulo da Luz Hilgemberg, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.01

Capítulo 2: Análise dos indicadores de sustentabilidade da construção civil: estudo de caso em dois residenciais da cidade de Manaus/AM 27

Núbia Patrícia dos Anjos Cardoso, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.02

Capítulo 3: O uso da educação ambiental como incentivo para práticas mais sustentáveis: um estudo de caso na cidade de Manaus 40

Kayra Jordana Sá dos Santos, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.03

Capítulo 4: Implementação de ações ambientais para otimização do processo de empresa de transporte hidroviário 54

Isaac Vitor da Silva Lima, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.04

Capítulo 5: Análise hidroquímica das águas de superfície em área natural e em área urbana no município de Manaus/AM 65

Jean Paulo de Souza Vieira, Alexandra Amaro de Lima, Didier Gastmans, Sávio José Filgueiras Ferreira

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.05

Capítulo 6: Análise do resíduos sólidos gerados por uma refinaria no estado do Amazonas 76

Izabella Araújo Rachid, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.06

Capítulo 7: A relação do Programa Bolsa Floresta com a desaceleração do desmatamento no Amazonas 89

Débora de Souza Figueiredo, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.07

Capítulo 8: Análise da eficácia das estações de tratamento de efluentes (ETE'S) em condomínios na cidade de Manaus-AM 101

Ester dos Santos da Silva Costa, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.08

SUMÁRIO

Capítulo 9: Impactos ambientais gerados por uma invasão na área de proteção do Igarapé do Quarenta 113

Robert de Jesus Carlos, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.09

Capítulo 10: O uso da logística reversa para a reutilização de resíduos de TNT, em uma empresa do polo industrial de Manaus 123

Leonardo Rodrigues, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.10

Capítulo 11: Análise dos impactos ambientais causados por invasões no bairro Colônia Antônio Aleixo na cidade de Manaus-AM 132

Hebert Brasil Passos, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.11

Capítulo 12: Assentamento irregular na capital do Amazonas: estudo de caso no bairro Colônia Antônio Aleixo 147

Alicia Andrade Araujo, Jean Paulo de Souza Vieira, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.12

Capítulo 13: A eficiência das caixas separadoras de água e óleo postos de combustíveis na cidade de Manaus 157

Raquel Dias Gil, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.13

Capítulo 14: Análise dos impactos socioambientais detectados na implantação de atividades de saneamento básico próximo a igarapés na cidade de Manaus 168

Rafael Gonçalves Mendes, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.14

Capítulo 15: Avaliação de impacto ambiental: descarte incorreto de resíduos em uma oficina mecânica no distrito industrial de Manaus/AM 186

Paula Lima, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.15

Capítulo 16: Implantação do sistema de gerenciamento de resíduos em um shopping na cidade de Manaus/AM 200

Rayan Antony Tavares da Costa, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.16

SUMÁRIO

Capítulo 17: Análise do uso do solo e sua relação com as queimadas nas cidades de Manaus/AM e Iranduba 211

Carolina Augusta Felix de Senna, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.17

Capítulo 18: Mitigação dos impactos ambientais gerados pela substituição de tijolos cerâmicos por tijolos solo-cimento 222

Aline Vitória dos Reis Lopes, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.18

Capítulo 19: Impactos ambientais e socioeconômicos dos flutuantes da orla de Manaus/AM 238

Jaqueline Mendes Barbosa, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.19

Capítulo 20: Redução e controle da poluição ambiental gerada pelo descarte de plásticos de porcelanatos: uma análise usando o Diagrama de Ishikawa 251

Ronison de Oliveira Rodrigues, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.20

Capítulo 21: Análise multitemporal do desmatamento no projeto de assentamento extrativista PAE Antimary no município de Boca do Acre – AM 259

Francisca Patrícia Vieira de Souza, Jean Paulo de Souza Vieira, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.21

Capítulo 22: Análise do licenciamento de ramais no estado do Amazonas e seus impactos ambientais 271

Juliana Cardoso Silva, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.22

Capítulo 23: Implementação e eficiência de uma estação de tratamento de efluentes biológicos de um centro comercial em Manaus 286

Thais Queiroz Dutra, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.23

SUMÁRIO

Capítulo 24: Gestão de resíduos sólidos urbanos no aterro sanitário na cidade de Manaus/AM: estudo de caso 299

Maria Yasmin da Silva Maia, Christopher Romulo da Luz Hilgemberg, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.24

Capítulo 25: Reciclagem e reaproveitamento de borra de Zamac 311

Neudison dos Santos Silva, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.25

Capítulo 26: O uso da educação ambiental no ambiente laboral 320

Emanuelle Soares Assis, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.26

Capítulo 27: Aproveitamento de água da chuva, para o uso não potável em uma residência unifamiliar no bairro Terra Nova na cidade de Manaus-AM 329

Cristina Andrade Ferreira, Christopher Romulo da Luz Hilgemberg, Jean Paulo de Souza Vieira, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.27

Capítulo 28: Eficiência da planilha de gantt em obras de construção monolíticas, método planejado e organizado: um estudo de caso 340

Higor Grabiel de Lima Ferreira, Alexandra Amaro de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-403-1.CAP.28

Capítulo 1

Análise da qualidade das águas de nascentes nas proximidades do Cemitério Nossa Senhora Aparecida, Manaus/AM

Christopher Romulo da Luz Hilgemberg
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Este estudo investigou a interação entre as práticas de sepultamento e a qualidade da água, com ênfase na contaminação por necrochorume. A pesquisa é enquadrada dentro do contexto da evolução histórica das práticas de sepultamento e do crescimento urbano acelerado, fatores que têm levado à proximidade de cemitérios com corpos hídricos. Para isso, foram coletadas amostras de água em uma área em torno do cemitério Nossa Senhora Aparecida ondem foram coletadas amostras de água e analisados seus parâmetros físicas e físico-químicas baseadas nas técnicas e procedimentos descritos no Manual de Análise de Águas "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". O foco do estudo foi a mensuração de impactos a qualidade da água possivelmente causados pela decomposição dos corpos e a lixiviação de substâncias químicas oriundas dos restos mortais. Através da identificação de variáveis que destacaram as principais características das nascentes e corpos hídricos estudados como a presença elevada de metais pesados, baixo oxigênio dissolvido e altos níveis de coliformes termotolerantes, foi possível interpretar se a qualidade ambiental teve influência de atividades antrópicas, especialmente no que se referia aos parâmetros que estavam fora do padrão estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005. Portanto o referido estudo é de suma importância para alertar as autoridades responsáveis de que se faz necessário monitoramento da qualidade dessas águas e quando necessário a mitigação dos impactos causados.

Palavras Chaves: Impacto ambiental; Necrochorume; Contaminação ambiental; Recursos hídricos.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a humanidade tem desenvolvido diversas formas de lidar com os mortos, adaptando-se às práticas culturais de cada sociedade. Uma das formas mais antigas e ainda amplamente utilizadas é o sepultamento. Historicamente, o sepultamento era comumente realizado no terreno das igrejas, uma prática que refletia a forte influência da religião na vida cotidiana. No entanto, no início do século XVII, houve uma mudança significativa na legislação que proibiu o sepultamento em igrejas e em zonas urbanas. Esta mudança foi motivada por uma série de fatores, incluindo a necessidade de melhorar a saúde pública e a higiene urbana, bem como a crescente escassez de espaço nas áreas urbanas (TAVARES, 2022).

Em suma, a forma como lidamos com os mortos reflete não apenas nossas crenças culturais e religiosas, mas também nossa compreensão da saúde pública e do meio ambiente. À medida que nossa sociedade continua a evoluir, é provável que nossas práticas de sepultamento também continuem a se adaptar para atender às necessidades emergentes de saúde pública e sustentabilidade ambiental. Além disso, a gestão dos cemitérios e a manutenção da qualidade do solo e da água nas suas imediações tornaram-se questões de grande importância. A contaminação do solo e da água pode ocorrer devido à decomposição dos corpos e à lixiviação de substâncias químicas dos restos mortais (SOARES et al., 2021).

Em 2019, o mundo foi atingido por uma doença até então desconhecida, causada pelo vírus SARS-CoV-2, que resultou na pior crise sanitária já registrada. Atualmente, sabe-se que o vírus se propaga principalmente através de partículas aéreas, mas também foi identificado em corpos hídricos e redes de esgoto (VASCONCELOS, 2019).

Um dos principais problemas no cemitério Nossa Senhora Aparecida é a decomposição dos corpos e a lixiviação de substâncias químicas provenientes dos restos mortais. Isso pode resultar na liberação de necrochorume, uma solução aquosa que contém sais minerais e substâncias orgânicas. O necrochorume tem uma aparência castanho-acinzentada, textura viscosa e um odor forte, e seu grau de patogenicidade pode variar (DA SILVEIRA et al., 2023).

Segundo Silva (1998), o necrochorume é composto por aproximadamente 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas. Este fenômeno representa um potencial risco de poluição para os aquíferos, afetando diretamente a qualidade da água subterrânea. Além disso, a urbanização acelerada e a expansão das cidades têm levado a uma maior demanda por espaços de sepultamento. Isso resultou em cemitérios sendo localizados cada vez mais perto de corpos d'água e aquíferos. Esta proximidade aumenta o risco de contaminação da água subterrânea, tornando a gestão adequada dos cemitérios uma questão de saúde pública e ambiental de grande importância (MONTEIRO *et al.,* 2022).

Nas imediações dos cemitérios urbanos, uma preocupação emergente e cada vez mais urgente está relacionada à qualidade da água. A urbanização acelerada, um fenômeno global, trouxe consigo uma série de desafios complexos. Entre eles, a gestão adequada dos cemitérios tornou-se uma questão vital para a saúde pública e a preservação do meio ambiente (MACEDO *et al.,* 2023).

Logo a qualidade das águas subterrâneas e superficiais é uma preocupação central nesse contexto. À medida que as cidades expandem, a demanda por espaços de sepultamento próximos às áreas urbanas cresce, muitas vezes levando à proximidade

desses locais com corpos d'água e aquíferos (NASCIMENTO, 2022). A decomposição dos corpos e a lixiviação de substâncias químicas provenientes dos restos mortais, podem resultar na liberação de necrochorume, uma solução aquosa que contém sais minerais e substâncias orgânicas, tendo uma aparência castanho-acinzentada, textura viscosa e um odor forte, podendo variar em seu grau de patogenicidade.

Os impactos ambientais decorrentes do necrochorume representam uma preocupação significativa, dada a sua capacidade de influenciar diretamente diversos parâmetros relacionados à qualidade da água. Dentre esses parâmetros, a dureza da água é particularmente afetada, podendo ser intensificada devido à presença elevada de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no necrochorume. Adicionalmente, o necrochorume pode incrementar a quantidade de coliformes termotolerantes, um grupo específico de bactérias, comumente conhecidas como coliformes fecais, que têm a capacidade de se proliferar em temperaturas que variam entre 0,2 e 45°C. Outro parâmetro impactado é a quantidade de oxigênio dissolvido, um indicador crucial para a avaliação da saúde de um corpo hídrico (BONISSONI, 2023).

Os materiais originados das atividades de cemitérios, contém uma variedade de substâncias químicas, bactérias, vírus e microrganismos patogênicos e destruidores de matéria orgânica. A presença desses elementos pode levar à contaminação das águas subterrâneas e superficiais, representando um risco para a saúde pública e o meio ambiente (MIGLIORINI, 2002).

Neste estudo, iremos analisar a qualidade da água em nascentes localizadas na proximidade de cemitérios. Iremos coletar e analisar amostras de água para detectar a presença de contaminantes potenciais, incluindo o necrochorume. Esperamos que nossas descobertas contribuam para a compreensão dos riscos associados à localização de cemitérios próximos a corpos d'água e informem estratégias de gestão para proteger a qualidade da água em áreas sensíveis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

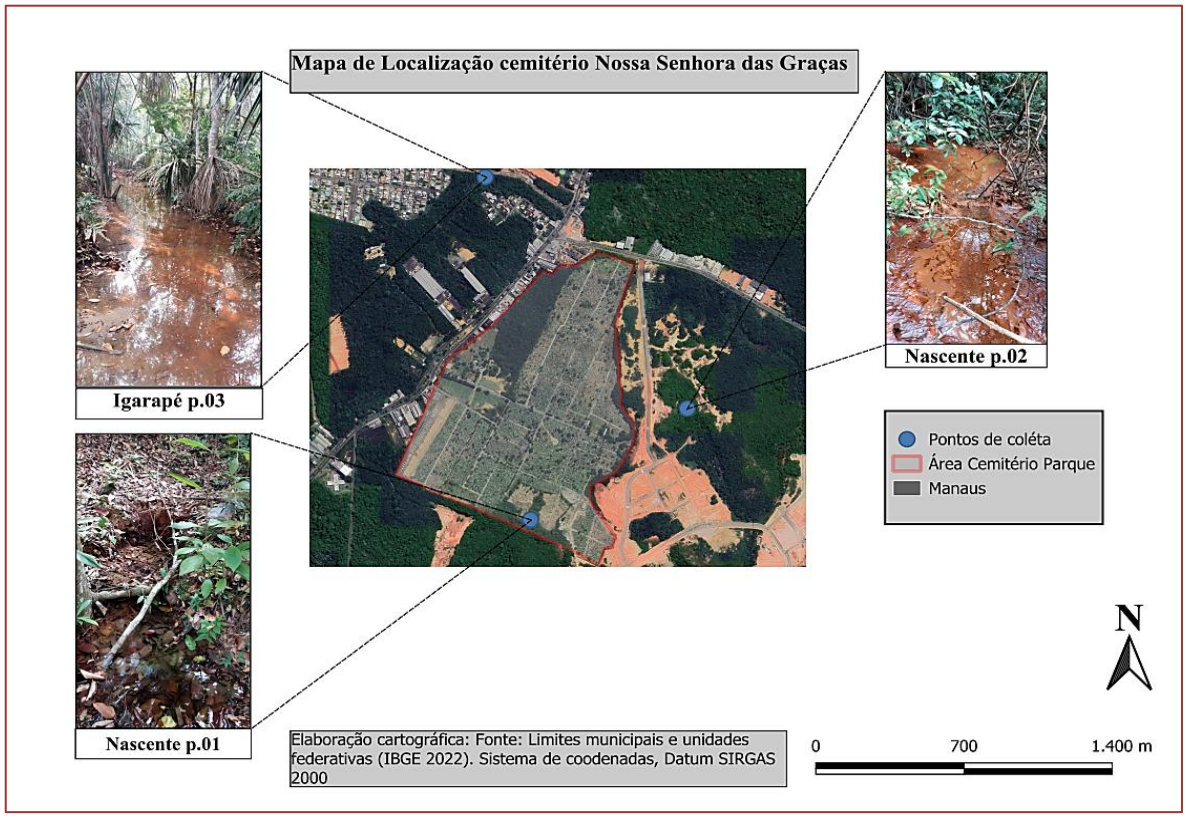
A qualidade das águas é um fator importante para a vida e manutenção do meio ambiente, desta forma, este trabalho mostrará os resultados de estudo com base em coleta e análise dos parâmetros da qualidade do corpo hídrico, próximo ao Cemitério Nossa Senhora Aparecida, no bairro do Tarumã, zona em expansão urbana, na cidade de Manaus/AM.

A análise da qualidade da água foi desenvolvida no período de 14 de outubro de 2023 a 10 de novembro de 2023, em três pontes de coletas que foram escolhidos de acordo com a proximidade da área de influência do cemitério Nossa Senhora das Graças. Os pontos escolhidos para a coleta dos dados podem ser observados na Figura 1, a qual mostra a localização geográfica de cada um deles.

O **Ponto 01**, está localizado dentro da área do cemitério, ele tem como características mata primaria e secundaria com declive acentuado até o olho da nascente, sendo a mata mais densa e de difícil acesso notou-se poucos vestígios de influência antrópica. Enquanto o **Ponto 02,** encontra-se em um raio de 500 metros da área do cemitério, tem como vegetação predominante mata primaria e acentuado declive, mesmo com acentuado declive e difícil acesso pode se notar interferências antrópicas como presença de resíduos.

Finalmente, o **Ponto 03** se encontra fora da área de influência do cemitério, próximo a condomínios residências, mata secundaria e com grande influência antrópica, diversos tipos de resíduos e dejetos distribuídos pela margem do igarapé dificultaram a coleta das amostras.

Figura 1: Mapa de localização do cemintério Nossa Senhora Aparecida Tarumã, na bacia do Tarumã e pontos de coleta (pontos azuis)



Fonte: Autores (2023).

O cemitério possui estrutura de covas subterrâneas, o que proporciona o contato com as águas pluviais durante o processo de infiltração no solo. Para o monitoramento do necrochorume foram coletadas amostras em dois pontos referentes a nascentes nas proximidades e no perímetro do cemitério e um terceiro ponto fora do perímetro (Figura 1). Para identificar a carga poluidora nos pontos escolhidos, foram feitas duas coletas com três pontos para a realização das análises para identificar a presença de diferentes substâncias e avaliar o nível de contaminação dos corpos hídricos.

Os principais parâmetros indicadores físicos, químicos e biológicos apresentados neste trabalho, e a descrição dos procedimentos de análise estão representados na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros físicos, físico-químicos, químicos e microbiológicos analisados nas águas superficiais estudadas.

QUÍMICO	
Oxigênio Dissolvido (OD)	A análise de oxigênio dissolvido foi realizada através da sonda multiparâmetros aferindo os níveis de oxigênio no corpo hídrico.
Nitrogênio Total	Na análise de Nitrogênio Total, determinou-se inicialmente Nitrogênio Amoniacal (NH3-N), seguindo-se pela determinação de Nitrogênio Orgânico e, então, ambos foram somados.
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Indicador do conteúdo orgânico de águas residuárias e superficiais. A amostra foi exposta a um oxidante forte, em meio ácido, catalisado por sulfato de prata e submetida à digestão por cerca de duas horas à 150°C.
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Após a coleta das amostras a mesma foi inoculada e incubada em temperatura constante de 20°C por um período de cinco dias, dentro deste período os microrganismos contidos na amostra consomem o oxigênio dissolvido na água para decompor a matéria orgânica, a DBO é definida então pela diferença na concentração de oxigênio dissolvido antes e depois do período de incubação.
pH	A análise de pH na água foi realizada por meio da sonda multiparâmetros para determinar a acidez ou alcalinidade da água. (in loco)
Amônia (NH3) (mg/L)	A presença de altos níveis de amônia na água indica a poluição do corpo hídrico, a amônia é um subproduto da decomposição da matéria orgânica rica em nitrogênio.
Nitrato (mg/L)	O nitrato é uma forma oxidada do nitrogênio que pode ser liberada no ambiente durante a decomposição de matéria orgânica. Altas concentrações de nitrato na água contaminada por necrochorume podem indicar a presença de poluentes e contaminantes associados ao processo de decomposição.
Nitrito (mg/L)	O nitrito é uma forma intermediária do ciclo do nitrogênio e é formado a partir da oxidação de compostos nitrogenados, como a amônia. A presença de nitrito em concentrações elevadas na água contaminada com necrochorume indica a presença de poluentes provenientes do processo de decomposição.
BIOLÓGICO	
Coliformes Totais e Termotolerantes	Análise a qual foi identificado e quantificado coliformes termotolerantes e totais.
FÍSICO	
Turbidez (uT)	Análise de turbidez, realizada por meio do turbidímetroda na água, foi o procedimento realizado para medir a quantidade de partículas suspensas na água que afetam a transparência visual do líquido
Dureza (mg/L)	A análise de dureza na água foi realizada para determinar a concentração de minerais, como cálcio e magnésio, que contribuem para a dureza da água. A dureza é uma medida da quantidade de sais de cálcio e magnésio dissolvidos na água.
Metais (mg/L)	A análise de metais corroborou na avaliação da qualidade da água e identificação de possíveis fontes de contaminação.

Fonte: Autores (2023).

O procedimento para a coleta e análises dos parâmetros foram realizadas a partir da montagem de *kits* de coleta para cada um dos pontos, contendo, frascos específicos para cada parâmetro, devidamente etiquetados. Além disso, foi necessário montar *kits* dos materiais de apoio, como: água destilada para lavagem, luvas de nitrilo, álcool 70%, cordas, baldes, H_2SO_4 50%, para conservação de amostras, conta-gotas, fita para medicação de pH, papel toalha, caixa térmica e bolsas de gelo reciclável.

Durante a coleta os pontos foram georreferenciados, ao chegar no ponto de coleta os kits foram abertos e um a um os frascos preenchidos tomando as devidas precauções para não contaminar os frascos. Ao parâmetro de e Nitrogênio Total que se fazia necessário adicionar conservante, H_2SO_4 - 1/1 até pH ≤ 2 e o pH era aferido com fita pH,

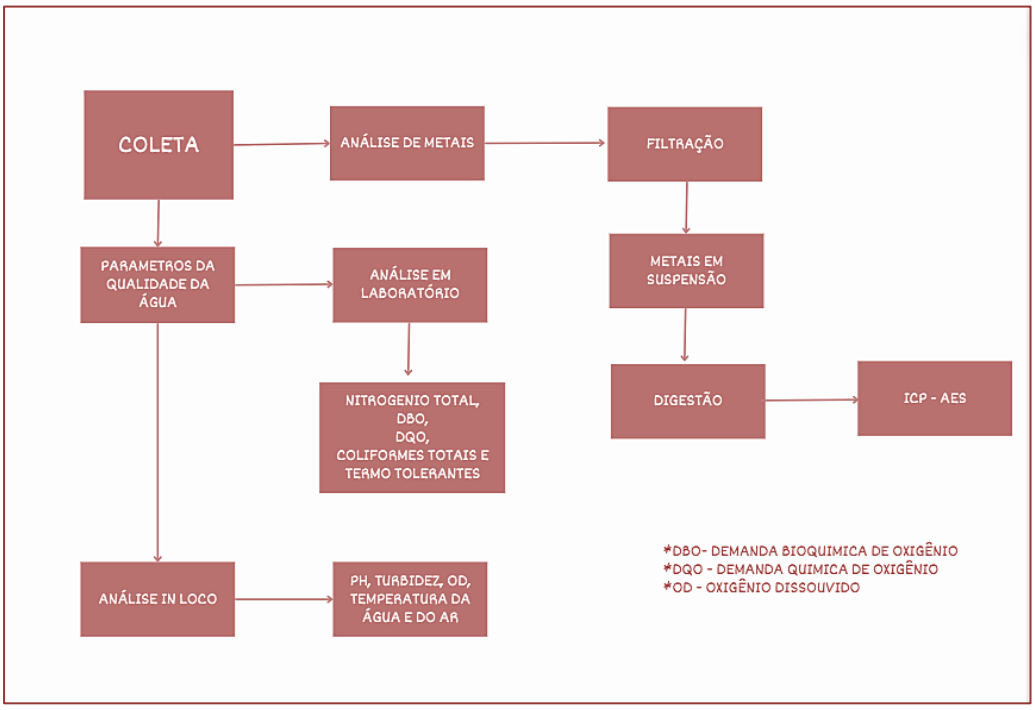
então, as amostras eram transferidas para caixa térmica com bolsas de gelo reciclável, para a preservação das mesmas.

As técnicas de armazenamento seguiram os procedimentos descritos no Manual de Análise de Águas "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*" (APHA, 2012) e, no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas, publicado pela Agência Nacional de Águas (ANA) e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011).

O esquema da metodologia empregada neste estudo é ilustrado na Figura 2. Este diagrama destaca as principais etapas envolvidas na coleta e análise dos parâmetros de qualidade da água. A primeira etapa envolve o deslocamento até os pontos citados na Figura 1, coleta de amostras de água, realizando *in loco*, a mensuração de turbidez, pH que mede o potencial hidrogeniônico da água a temperatura do corpo hídrico.

Após a coleta e análise iniciais, as amostras são então levadas para um laboratório para análises mais detalhadas. Entre os parâmetros analisados no laboratório, destacam-se a presença de coliformes e a Demanda Bioquímica de Oxigênio. Esses indicadores são cruciais para avaliar a qualidade da água e identificar possíveis contaminações (LOIOLA 2022). Portanto, a metodologia adotada fornece uma avaliação abrangente da qualidade da água, combinando análises *in loco* e em laboratório. E assim comparando as variáveis obtidas com os parâmetros do CONAMA 357/2005.

Figura 2: Diagrama de fluxo para realização da coleta



Fonte: Autores (2023).

3. RESULTADOS

Nesta seção, serão apresentados os resultados das análises de alguns parâmetros indicadores de qualidade das águas subterrâneas nas proximidades do Cemitério Nossa Senhora Aparecida, no bairro do Tarumã, zona em expansão urbana, na cidade de Manaus/AM, no período de 14/10 a 10/11 de 2023.

Para que fosse possível verificar a possibilidade de o cemitério estar comprometendo a qualidade das águas subterrâneas ao em torno, foram realizadas coletas e análise das águas em três pontos em torno do objeto de estudo. Porém as águas do estado do Amazonas possuem características peculiares, como por exemplo, um pH naturalmente ácido. Desta forma, para analisarmos os parâmetros indicadores de poluição para a área de estudo, é necessário conhecer os padrões observados nos corpos hídricos da Amazônia estabelecidos pelo CONAMA e os padrões Amazônicos, que pode ser observado no Quadro 1.

Os parâmetros avaliados nos três pontos estabelecidos incluem pH, amônia, turbidez, nitrato, nitrito e a presença de *Escherichia coli*. O CONAMA estabelece um valor de referência para cada um desses parâmetros, que é então comparado com os valores encontrados na Amazônia.

O CONAMA estabelece que o valor de referência para o pH deve estar entre 6,0 e 9,0, no entanto, nos corpos hídricos da Amazônia por se tratar águas pretas, o pH característico fica entre 3,8 e 5,5 5 (ARCOS *et al*., 2020; ARCOS & CUNHA, 2022; BOLSON *et al*., 2008; FALCÃO *et al.,* 2021).

Os valores de referência para águas doces de classe 1, a amônia, turbidez, nitrato e nitrito estabelecidos pelo CONAMA coincidem com os padrões observados na Amazônia. Porém, em relação à presença de *Escherichia coli*, tanto o CONAMA quanto os padrões observados na Amazônia estabelecem que, para todos os usos, com a exceção do consumo humano, não deve ser ultrapassado um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros de água.

Esses parâmetros e seus respectivos valores de referência são essenciais para que o monitoramento da qualidade da água possa ser realizado forma padrão e comparável em qualquer ponto país, além é claro de identificar possíveis fontes de poluição ou contaminação (CORRÊA, 2022). Os dados apresentados são baseados na resolução CONAMA 357/2005. Esta análise destaca a importância de manter um monitoramento dos parâmetros dentro dos limites estabelecidos, a fim de garantir a saúde humana e do ecossistema aquático.

Quadro 1: Parâmetros CONAMA e padrões na Amazônia

Parâmetro segundo CONAMA		Padrões dos corpos hídricos na Amazonia	
Parâmetros	Valores referência	Parâmetros	Valores referência
pH	6,0 – 9,0	pH	3,8 e 5,5
Amônia	1,5 mg/l	Amônia	1,5 mg/l
Turbidez	40 µT (40 UNT)	Turbidez	40 µT (40 UNT)
Nitrato	10 mg/l	Nitrato	10 mg/l
Nitrito	1,0 mg/l	Nitrito	1,0 mg/l
Coliformes termotolerantes	Ausência em 100 ml amostra	Coliformes termotolerantes	Ausência em 100 ml amostra

Fonte: CONAMA 357/2005

Quadro 2: Parâmetros encontrados nas amostras.

Variáveis	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
pH	5,28	6,87	7,19
Amônia	>1,5 mg/l	>1,5 mg/l	>1,5 mg/l
Turbidez	23 µT (UNT)	179 µT (UNT)	7,2 µT (UNT)
Nitrato	3,0 mg/l	0,0 mg/l	0,7 mg/l
Nitrito	0 mg/l	0 mg/l	0 mg/l
Coliformes termotolerantes	41 NMP	161 NMP	6131 NMP
Alumínio	1170 µg/L	324 µg/L	461 µg/L
Ferro	5300 µg/L	7080 µg/L	Não Detectado
Oxigênio Dissolvido % e mg/l	80% / 3,19	62,9% / 4,72	56% / 4,10

Fonte: Autores (2023).

Análise comparativa dos dados de análise com a Resolução CONAMA 357/2005

Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um indicador amplamente utilizado para avaliar a qualidade da água. Este índice refere-se à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microrganismos durante o processo de decomposição da matéria orgânica presente na água (ORELLANA et. al., 2011).

Segundo a resolução CONAMA 357/2005, os valores de DBO (mg/L) para cada Classe de Águas doces, devem ser:

- Classe Especial: Até 3 mg/L O2;
- Classe 1: Até 3 mg/L O2;
- Classe 2: Até 5 mg/L O2;
- Classe 3: Até 10 mg/L O2;
- Classe 4: Não possui limite estabelecido.

Quadro 3: Valores para Demanda Bioquímica de Oxigênio

Pontos	Concentração mg/L O2
Ponto 1	22
Ponto 2	9
Ponto 3	8,3

Fonte: Autores (2023)

Em todos os pontos de coleta analisados, foi observado que o valor da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) ultrapassou o limite estipulado pela Resolução CONAMA 357/2005. Este resultado sugere uma redução na quantidade de Oxigênio Dissolvido, o que pode comprometer a capacidade do corpo hídrico de oxidar a matéria orgânica presente.

Demanda Química de Oxigênio - DQO

Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), especialmente a Resolução CONAMA 357/2005 e a Resolução CONAMA 430/2011, fornecem diretrizes para o manejo do descarte de efluentes em corpos hídricos receptores, incluindo padrões para a Demanda Química de Oxigênio (DQO). Contudo, é relevante destacar que a Resolução CONAMA 430/2011 não prescreve um valor padrão para a DQO. Esta resolução, ao invés disso, estabelece que o manejo do descarte de efluentes deve ser conduzido de forma a prevenir a poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Com base nos valores observados, que foram inferiores a 10 mg/L O2, em todos os pontos de coleta, pode-se inferir que não há descarte de efluentes nesses locais.

Dureza

A resolução CONAMA 357/2005, não especifica a quantidades de dureza em águas doces de Classe 2.

Apesar da Resolução CONAMA 357/2005 não especificar a quantidade de dureza permitida em águas doces de Classe 1, existem diretrizes claras fornecidas pela Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas (APDA). De acordo com o relatório da APDA, a dureza da água é classificada da seguinte maneira:

- A água é considerada 'muito dura' quando a dureza é superior a 180 mg/L de CaCO3;
- A água é classificada como 'dura' quando a concentração está entre 120 e 180 mg/L;
- A água é considerada 'moderadamente dura' quando a dureza está entre 60-120 mg/L;
- A água é classificada como 'macia' quando os teores de carbonato de cálcio são inferiores a 60 mg/L.

Conforme descrito em *'Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater'* (2012), a dureza de uma amostra de água pode ser calculada a partir das concentrações de cálcio e magnésio presentes. A equação utilizada para este cálculo é a seguinte:

Dureza, mg equivalente CaCO3/L = 2,497 [Ca, mg/L] + 4,118 [Mg, mg/L]
Utilizando esta equação, foram calculados os valores de dureza para os pontos de amostragem, com base nas concentrações de cálcio e magnésio encontradas.

Quadro 4: Concentração dureza (mg/L) dos corpos hídricos estudados

Pontos	Concentração mg/L	Classificação
Ponto 1	94,73	Moderadamente Dura
Ponto 2	134,39	Dura
Ponto 3	33,78	Macia

Fonte: Autores 2023

É crucial observar que as classificações de dureza variam entre os três pontos de coleta analisados. Notavelmente, o Ponto 02 apresenta uma dureza de 134,39, classificando-o como 'dura'. Esta classificação é atribuída aos níveis de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) encontrados, que são significativamente mais altos neste ponto em comparação com os outros. Esta discrepância pode ser indicativa de uma possível interferência antrópica.

Nitrito

O Nitrito, um composto inorgânico, desempenha um papel crucial na oxidação do nitrogênio, atuando como um intermediário tanto na transformação da amônia em nitrato quanto na redução do nitrato. Este composto é comumente encontrado em várias fontes, incluindo, mas não se limitando a, estações de tratamento de efluentes e sistemas de abastecimento de água, bem como em águas naturais.

A importância de monitorar a presença de nitrito na água destinada ao consumo humano é enfatizada pela Portaria GM/MS Nº 888 de 2021 do Ministério da Saúde. Esta Portaria lista o nitrito como uma substância que representa risco à saúde e, portanto, estabelece um valor máximo permitido de 1 mg/L para a sua presença na água (SOARES *et al*., 2021).

Como observado os valores encontrados nas amostras estão dentro do padrão exigido pela Portaria GM/MS Nº 888 de 2021 do Ministério da Saúde.

Nitrato

A análise da concentração de nitrato é uma medida importante para garantir a qualidade da água potável. De acordo com a Resolução CONAMA Nº 357 e a Resolução CONAMA Nº 430, a quantidade de nitrato permitido na água é de 10,0 mg/L2. No entanto, a portaria 2914 do Ministério da Saúde e a OMS permitem uma concentração de nitrato de até 50mg/L NO3- na água (FONSECA 2017).

Ponto 1 (3,0 mg/L): Este valor está dentro dos limites estabelecidos tanto pela Resolução CONAMA quanto pela OMS e a portaria 2914 do Ministério da Saúde.

Ponto 2 (0,0 mg/L): Este valor indica que não há nitrato detectável neste ponto, o que é ideal do ponto de vista da qualidade da água.

Ponto 3 (0,7 mg/L): Este valor também está dentro dos limites estabelecidos.

Esses valores indicam que a qualidade da água em termos de concentração de nitrato está dentro dos parâmetros estabelecidos pelo CONAMA, OMS e a portaria 2914 do Ministério da Saúde.

Coliformes Termotolerantes

A resolução CONAMA 357/2005, defini como parâmetro para águas doces, os valores

Permitidos em cada classe para coliformes termotolerantes:

Classe Especial: 200 NMP/100 mL em 80% ou mais das amostras, considerando um mínimo de 6 amostras.

Classe 1: 2000 NMP/100 mL em 80% ou mais das amostras para recreação de contato primário e 200 NMP/100 mL em 80% ou mais das amostras para demais usos, considerando um mínimo de 6 amostras.

Classe 2: 2000 NMP/100 mL em 80% ou mais das amostras para recreação de contato primário e 1000 NMP/100 mL em 80% ou mais das amostras para demais usos, considerando um mínimo de 6 amostras.

Classe 3: 2500 NMP/100 mL em 80% ou mais das amostras para recreação de contato secundário, 1000 NMP/100 mL em 80% ou mais das amostras para dessedentação de animais e 4000 NMP/100 mL em 80% ou mais das amostras para demais usos, considerando um mínimo de 6 amostras.

Classe 4: Não possui limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005.

Estes valores representam os limites máximos permitidos para a presença de coliformes termotolerantes em cada classe de água doce. Como observado, a amostra coletada no Ponto 03 apresentou um valor de 6131 NMP (número mais provável), indicando a presença significativa de coliformes termotolerantes na água. Este valor elevado sugere uma possível contaminação microbiológica, que pode ser atribuída à proximidade de conjuntos residenciais. A contaminação pode ocorrer devido ao escoamento de águas residuais ou de esgotos não tratados provenientes dessas áreas residenciais.

A contaminação de corpos hídricos por coliformes termotolerantes pode resultar em sérios impactos à saúde pública, pois pode levar à disseminação de doenças transmitidas pela água. Isso ocorre porque essas águas, mesmo quando não recomendado, são frequentemente consumidas ou entram em contato direto com as pessoas durante atividades recreativas.

Potencial Hidrogeniônico

A Resolução Ambiental nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define que os valores de pH da água devem estar entre 6 e 9 (Brasil, 2005). No entanto, essa norma não reflete a realidade local, que apresenta um pH naturalmente ácido. De acordo com estudos realizados por Darwich *et al*., (2005) e *Arcos et al*., (2022), as águas pretas da Amazônia exibem valores de pH que variam de 3,8 a 5,8, demonstrando assim as características naturais da região.

Nesse contexto, as pesquisas voltadas para a avaliação ambiental devem considerar as particularidades regionais locais, a fim de evitar complicações na interpretação dos dados, o que pode afetar o resultado final do estudo ambiental. Conforme apontado por Silva et al. (2013), é imprescindível a elaboração de uma legislação ambiental que classifique adequadamente os rios da Amazônia, levando em conta vários parâmetros, incluindo o pH.

Oxigênio Dissolvido

O Oxigênio Dissolvido é um indicador crucial para avaliar a qualidade da água em um corpo hídrico. Ele está envolvido na maioria dos processos químicos e bioquímicos dos ecossistemas aquáticos, sendo essencial para todos os organismos heterotróficos manterem seus processos metabólicos de produção de energia e reprodução. É

importante notar que a exposição a concentrações de oxigênio abaixo de 5 miligramas por litro por longos períodos pode causar estresse em várias populações aquáticas, e exposições abaixo de 2 miligramas podem levar à morte da maioria dos organismos aquáticos (ANA, 2021).

Segundo a resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de Classe 1, a quantidade mínima de oxigênio dissolvido, não deve ser inferior a 6,0 mg/L. No presente estudo, foram observados os seguintes valores de OD:

3,19 mg/L: Este é o valor mais baixo entre os três, o valor sugere que a água está abaixo da oxigenação ideal para o corpo hídrico, proporcionando um ambiente não propício para a vida aquática. No que aborda a classe 1, está abaixo do valor mínimo de 6,0 mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para a preservação da vida aquática, indicando que a qualidade da água pode estar ligeiramente comprometida.

4,72 mg/L: Este valor está mais próximo do limite mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05. No entanto, ainda está abaixo do ideal, sugerindo que a vida aquática pode estar sob algum nível de estresse.

4,10 mg/L: Este valor sugere que a qualidade da água pode estar significativamente comprometida, possivelmente devido a fatores como poluição ou altas temperaturas.

Estes resultados destacam a necessidade de monitoramento contínuo e medidas de mitigação para garantir a recuperação gradativa da qualidade da água e a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Ferro

Conforme estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, a concentração máxima admissível de ferro solúvel em águas doces classificadas como Classe 1 é de **0.1 mg/L**. No entanto, a referida resolução não estipula um valor específico para a quantidade de ferro em suspensão ou total. Os valores encontrados nos pontos de coleta 01 e 02 foram de 5,3 mg/L para o ponto 01 e 7,08 mg/L, para o **Ponto 02**. Revelando assim uma concentração superior ao estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005.

Além de afetar diretamente a cadeia alimentar da região através da bioacumulação, a contaminação por ferro em corpos hídricos pode resultar na redução do oxigênio dissolvido no ecossistema aquático. Este fenômeno tem um impacto diversificado e significativo na vida aquática (RODRIGUES *et al*., 2023 e LINO *et al*., 2023).

Alumínio

O alumínio, um metal amplamente distribuído na natureza, pode ser identificado na água proveniente tanto de fontes naturais quanto de atividades antropogênicas. Este metal encontra-se presente em uma variedade de aplicações, abrangendo desde a produção de materiais de construção, veículos e aeronaves até dispositivos eletrônicos, produtos farmacêuticos e itens de higiene pessoal. Ademais, o alumínio é empregado como aditivo alimentar e componente de embalagens para alimentos. No âmbito do tratamento de água, os sais de alumínio são comumente utilizados como coagulantes, visando à remoção de turbidez, matéria orgânica e microrganismos (HEALTH CANADÁ, 2019).

De acordo com a resolução CONAMA 357/2005, a quantidade máxima permitida de alumínio solúvel em águas doces de Classe 1 é de 0,1 mg/L. As análises apontam que este limite foi extrapolado em todos os pontos de coleta, sendo 1,17 mg/L no ponto 01, 0,324 mg/L no ponto 02 e 0,461 mg/L no **Ponto 03**.

A contaminação de corpos hídricos por alumínio pode resultar em uma série de consequências adversas. O alumínio, um micro contaminante metálico, pode ter origem tanto antrópica quanto natural. Nos ecossistemas aquáticos, a toxicidade dos metais, como o alumínio, pode levar à morte de diversas espécies. Além disso, a bioacumulação desses metais pode intensificar seus efeitos nocivos ao longo das cadeias alimentares, representando um risco significativo para a biodiversidade aquática (RODRIGUES *et al*., 2023).

Fator de Enriquecimento

O Fator de Enriquecimento (FE) serve como uma ferramenta de avaliação crucial na distinção entre os metais que se originam de atividades humanas e aqueles que derivam de processos naturais. A principal aplicação do FE é avaliar o grau de influência antrópica no ambiente. Está métrica, introduzida por Gresens (1967), fornece uma estimativa quantitativa do impacto humano no equilíbrio natural de metais no ambiente. O FE é calculado utilizando a seguinte equação:

$$FE = \frac{\frac{[Me]_{am}}{[Al]_{am}}}{\frac{[Me]_{bg}}{[Al]_{bg}}} \qquad \text{Eq. 1}$$

Onde: [Me]am, concentração do metal na amostra; [Al]am, concentração do alumínio na amostra; [Me]bg, “background” ou concentração natural do metal na área de estudo para o metal da amostra; [Al]bg, concentração de *background* média do alumínio para as nascentes na área de influência do cemitério.

Neste estudo, o alumínio foi selecionado como o elemento de referência para o cálculo do Fator de Enriquecimento (FE). A escolha do alumínio se deve à sua baixa mobilidade natural no meio ambiente, o que o torna um indicador confiável para este tipo de análise (CHEN et al., 2007). A classificação da contaminação ambiental, calculada através do FE, é a seguinte:

Quadro 5 : Classificação do fator de enriquecimento.

Classe	Qualidade do Sedimentos
< 2	Deficiência de enriquecimento
2-5	Enriquecimento moderado
5-20	Enriquecimento significativo
20-40	Enriquecimento muito alto
>40	Enriquecimento extremamente alto

Fonte: Adaptado de GRESENS 2023

Um valor de FE menor ou igual a 2 sugere uma contribuição natural. No entanto, um FE maior que 2 indica uma contribuição de fonte antropogênica. Após a realização do cálculo obteve-se um enriquecimento muito alto com valor entre 20–40 o que sugere uma contribuição antropogênica.

Conforme mencionado anteriormente, a contaminação por metais pesados apresenta uma série de impactos, afetando tanto o meio ambiente e sua respectiva cadeia alimentar, quanto a vida aquática. Portanto, é imperativo implementar estratégias de monitoramento e medidas de mitigação para restaurar o ambiente ao seu estado natural.

Turbidez

As medições de turbidez são comumente empregadas como um indicador da qualidade da água, baseando-se na clareza e na estimativa do total de sólidos suspensos presentes na água. A turbidez da água é determinada pela quantidade de luz dispersa pelas partículas contidas na coluna de água (PERLMAN, 2014). Assim, quanto maior o número de partículas, maior será a dispersão de luz. Portanto, existe uma relação entre a turbidez e os sólidos suspensos totais. No entanto, é importante ressaltar que a turbidez não fornece uma medida direta do total de materiais suspensos na água, mas é frequentemente utilizada para indicar variações na concentração total de sólidos suspensos na água, sem fornecer uma medição precisa desses sólidos (EPA, 2012).

Águas com altos níveis de turbidez sofrem uma redução na penetração de luz e na quantidade de oxigênio dissolvido. Isso ocorre porque a turbidez excessiva diminui a capacidade da luz de penetrar na água, o que, por sua vez, reduz a fotossíntese de organismos como fitoplâncton, algas e vegetação submersa. Como resultado, a quantidade de oxigênio dissolvido na água também diminui.

Segundo a resolução CONAMA 357/2005, os valores de Turbidez em Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) para cada Classe de Águas doces, devem ser:

Quadro 6: Classes e valores limites de turbidez para corpos hídricos segundo a resolução CONAMA 357/ 2005

Classe	Valor em UNT
Especial	até 40 UNT
1	até 40 UNT
2	até 100 UNT
3	até 100 UNT
4	Não possui limite estabelecido

Fonte: CONAMA 357/2005

A análise de turbidez no Ponto 02 revelou um valor de 179 µT (UNT), que excede o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005. Este resultado sugere uma correlação direta entre o volume de material suspenso, os níveis de oxigênio dissolvido e a turbidez. Isso ocorre porque a turbidez afeta diretamente as algas e a vegetação submersa no local da coleta, impactando assim os níveis de oxigênio dissolvidos.

Os Pontos 01 e 03, com volumes de 23 µT (UNT) e 7,2 µT (UNT) respectivamente, estão em conformidade com o estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005. Isso indica que esses pontos apresentam baixos níveis de material particulado suspenso nos corpos hídricos correspondentes.

4. CONSIDERAÇOES FINAIS

Em conclusão, o artigo enfatiza o crescimento urbano e o aumento das práticas de sepultamento e o impacto dessas práticas na saúde pública e no meio ambiente. A gestão eficaz dos cemitérios tornou-se uma questão crucial devido à rápida urbanização e expansão das cidades. Isso resultou em uma demanda crescente por espaços de sepultamento, levando a uma proximidade preocupante entre os limites territoriais do cemitério Nossa Senhora Aparecida e as nascentes e outros corpos hídricos na bacia hidrográfica do Tarumã Açu.

A decomposição dos corpos e a lixiviação de substâncias químicas dos restos mortais geram o necrochorume, uma solução aquosa que contém sais minerais e substâncias orgânicas. Este fenômeno representa um risco potencial de poluição para os corpos hídricos, afetando diretamente a qualidade da água. Portanto, é essencial que as práticas de mitigação e monitoramento desses corpos hídricos continuem a evoluir e se adaptar para atender às necessidades emergentes de saúde pública e sustentabilidade ambiental. A gestão adequada dos cemitérios e a manutenção da qualidade do solo e da água em suas proximidades são questões de grande importância que exigem atenção e ação imediatas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Dr. Sergio Duvoisin, professor coordenador do Grupo de Pesquisa de Química Aplicada à Tecnologia - UEA, pela oportunidade de poder integrar este grupo, compartilhar sua experiência, o acesso ao laboratório para as análises e interpretações de dados que foram essenciais para realização deste artigo.

REFERÊNCIAS

[1] ARCOS, A. N., SILVA, J. S., CUNHA, H. B. 2020. **Grupo coliforme fecal como indicador de balneabilidade em praia de água doce no rio Negro, Amazonas.** Research, Society and Development, v. 9, n. 7, p. e238974015. Disponível em: < https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4015/3398>

[2] ARCOS, A.N.; CUNHA, H. B. **Índice de qualidade de água (IQA) e balneabilidade em praias de água doce no rio Negro, Manaus (Amazonas).** Revista Espinhaço, V. 11, n. 1, p. 1-14, 2022. Disponível em: < https://revistas.ufvjm.edu.br/revista-espinhaco/article/view/196/204>

[3] BOLSON, M. A.; CUNHA, H. B., ARCOS, A. N.; SILVA, J. S.; PLASKIEVICZ, A. C. **Comparação do IQA (Índice de Qualidade da Água) Proposta pela CETESB ao IQAP modificado para as águas Pretas da Amazônia.** In: Conferência Científica Internacional LBA, Geoma e PPBio, 2008. Disponível em: < https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/2008_lba_conf/eng/abstracts/9.7-P.html >

[4] BONISSONI, K. L. **Condições ambientais do cemitério municipal de Iraí.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2023. Disponível em:< http://repositorio.ufsm.br/handle/1/28078 >

[5] CORRÊA NETA, A. S. **Variação Sazonal da Concentração de Metais na Microbacia do Educandos, Manaus-AM**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Clima e Ambiente, INPA, 2022. Disponível< https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/38697>

[6] DA SILVEIRA, R. J; ALVES, T. M. B; REIS, E. O. **Monitoramento e controle dos impactos**

ambientais em cemitérios: uma revisão bibliográfica. Revista Scientia Vitae, v. 13, n. 37, p. 1-15, 2023. Disponível em: < https://periodicos.srq.ifsp.edu.br/index.php/rsv/article/view/107/99 >

[7] DARWICH, A. J.; APRILE, F. M.; ROBERTSON, B. A.; ALVES, L. F. **Limnologia do Lago Tupé: dinâmica espaço-temporal do oxigênio dissolvido**. In: SANTOS-SILVA, E.N.; APRILE, F. M.; SCUDELLER, W. V.; MELO, S. (org.). BioTupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. Manaus: Editora INPA, 2005. p. 35-67. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/33757>

[8] EPA – Enviromental Protection Agency. Water: Monitoring and Assessment. 5.3 Temperature. (2012). Disponível em: < https://archive.epa.gov/water/archive/web/html/vms53.html>

[9] FALCÃO, M. M. S.; ARCOS, A. N.; COSTA, F. S. **Avaliação da qualidade Ambiental dos recursos hídricos ao longo do rio Preto da Eva no Amazonas, Brasil**. Research, Society and Development, v. 10, n. 15, 2021. Disponível em: < https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22560>

[10] FALCÃO, M. M. S.; COSTA, F. S.; ARCOS, A. N. **Percepção ambiental de usuários e permissionários em Balneário Municipal de Rio Preto da Eva (AM).** Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 17, n. 5, p. 429-444, 2022. Disponível em : < https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/13982/10070>

[11] GRESENS, R. L. **Composition-volume relationships of metasomatism**. Chemical Geology, v. 2, p. 47-65, 1967. Disponível em: < https://doi.org/10.1016/0009-2541(67)90004-6>

[12] HEALTH CANADA ORGANIZATION. **Alumium in drinking water. Guidiline tecnical document for public consutation**. Governement of Canada. 2019. Disponível em: < https://www.canada.ca/en/health-canada/programs/consultation-aluminum-drinking-water/document.html>

[13] LINO, L. B. S. **Mineração de ferro no Brasil: conflitos ambientais e neoextrativismo**. Trabalho de Conclusao de Curso (Graduação), Universidade Federal Fluminense, 2023. Disponível em: < http://app.uff.br/riuff/handle/1/27853>

[14] LOIOLA, S. K. S. **Avaliação dos Índices de Qualidade da Água e Concentrações de Metais no Igarapé do Mindu em Período de Cheia e Seca**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Clima e Ambiente, INPA, 2022. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/38698>

[15] MACEDO, L. N. B; LINS, E. A. M; **Em Sustentabilidade, Transforme Serviços Verdes Consultoria. Mitigação de Impactos Ambientais Negativos Em Cemitérios: O Uso Do Invólucro Protetor Em Sepultamentos.** Anais do 6º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.XII-010 >

[16] MIGLIORINI, R. B. **Cemitérios contaminam o meio ambiente? Um estudo de caso.** Cuiabá: Editora da Universidade Federal do Mato Grosso. 50p.,2002. Disponível em < https://www.edufmt.com.br/product-page/cemitérios-contaminam-o-meio-ambiente-um-estudo-de-caso>

[17] MONTEIRO G. F. **Infraestrutura verde urbana e o potencial de oferta de serviços ecossistêmicos para adaptação climática: análise do uso do solo do bairro Pinheiros** Dissertação de Mestrado na Universidade Nove de Julho, Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis. (São Paulo 2022). Disponível em < https://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/3128>

[18] NASCIMENTO, L. P. D.; REIS, D. A.; ROESER, H. M. P.; SANTIAGO, A. D. F. **Avaliação geoquímica de metais em sistemas fluviais afetados por atividades antrópicas no Quadrilátero Ferrífero.** Engenharia Sanitária e Ambiental, 23, 767-778, 2018. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/S1413-41522018165852 >

[19] PERLMAN, H. USGS **Water Science School.** Turbidity. 2014. Disponível em: < https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school>

[20] RODRIGUES, L. F. **Consequências da Antropização da Bacia Hidrográfica do Córrego da Lagoa, Ouvidor (GO)**. Espaço em Revista, v. 25, n. 1, p. 189-214, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufcat.edu.br/espaco/article/view/74547/39053 >

[21] SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F.; DOMINGO, R. N.; SILVA, S. L. R.; SANTANA, G. P. **Classificação dos Rios da Amazônia: Uma Estratégica para Preservação desses Recursos.** HOLOS Environment, v. 13, n. 2, p. 163-174, 2013. Disponível em:< https://doi.org/10.14295/holos.v13i2.7344 >

[22] SOARES, M. D. R.; CAVALCANTE, L. V. M.; SOUZA, M. S.; SALES, H. **A Influência Da Contaminação Do Cemitério De Humaitá/Am Nas Áreas Adjacentes.** Revista Valore, Volta Redonda, 6, e-6004, 2021. Disponível em: < https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/590 >

[23] TAVARES M, C. J. **Determinação de contaminação por necrochorume em mananciais de abastecimento público**. XIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Teresina/PI – 21 a 24/11/2022. Disponível em : < http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.VIII-012 >

[24] VASCONCELOS, R. L. **Investigação do risco de contaminação pelo vírus Sars-Cov-2 em águas subterrâneas utilizadas como fonte de abastecimento humano**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário Unichristus. Fortaleza 2021. Disponível em: < https://repositorio.unichristus.edu.br/jspui/handle/123456789/120 >

Capítulo 2

Análise dos indicadores de sustentabilidade da construção civil: estudo de caso em dois residenciais da cidade de Manaus/AM

Núbia Patrícia dos Anjos Cardoso
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: A construção civil é um dos pilares do crescimento econômico no mundo, no entanto é um dos grandes responsáveis pelo consumo de recursos naturais e impactos ambientais, como a geração de resíduos, consumo e desperdício de água e de energia. Este artigo foi realizado com o objetivo de analisar indicadores de sustentabilidade da construção de dois canteiros de obras na cidade de Manaus-AM, com base na ferramenta Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). A pesquisa utilizou o LAIA para identificar os aspectos e impactos associados as atividades de construção que poderiam afetar o meio ambiente. Os indicadores de sustentabilidade analisados foram o de geração de resíduos, consumo de água e consumo de energia, os resultados demonstraram que as duas obras analisadas conseguiram manter-se dentro das metas estabelecidas, destacando a eficiência na aplicação do programa, enfatizando assim a importância de práticas sustentáveis e estratégias de gestão na construção civil para minimizar os impactos ambientais e promover o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chaves: indicadores de sustentabilidade, PBQP-H, construção civil.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um dos assuntos mais comentados atualmente, propor e desenvolver bem e serviços que utilizam dessas características é uma exigência da sociedade. De acordo Haubrick & Gonçalves (2020), a sustentabilidade é uma preocupação global em preservar o meio ambiente, uma vez que o aumento do crescimento econômico leva a exploração cada vez maior de recursos naturais, a geração de resíduos sólidos é uma das maiores preocupações, pois em sua maioria o resíduo o resíduo é destinado de forma incorreta. A geração de resíduos da construção civil é um grave problema, além de ser algo que compromete e causa impacto não apenas hoje, mas futuramente (DEZORDI *et al.,* 2017).

Um dos setores com maior crescimento no Brasil é a construção civil, responsável por 6,9% do PIB do país em 2022, conforme dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o ramo de construção civil representa 34% do total da indústria brasileira, gerando mais de 100 mil empregos anualmente, sendo fundamental para o desenvolvimento econômico e social. Canto e Oliveira (2017) cita que o Brasil mostrou uma influência positiva neste ramo na última década, porem obteve um aumento do consumo de matéria prima, gerando altas taxas de resíduos, consumo de energia elétrica e água.

Segundo informações do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2022), a construção civil consome uma parcela significativa dos recursos naturais do planeta, variando de 40% a 75%, e contribui com a produção de cerca de 30% do resíduo sólido, liderando o ranking de maiores geradores, o gerenciamento desses resíduos é fundamental para controlar o ciclo de produção, de forma que haja diminuição e destinação correta. Conforme o Artigo 2 da Resolução do CONAMA 307, os resíduos da construção civil (RCC) são definidos como: “os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos” (Brasil, 2002)

Oferecer construções sustentáveis é fundamental para que o setor tenha êxito nos dias de hoje, moradias que promovam qualidade de vida, nesse cenário a criação de ferramentas e estratégias construtivas vem modificando a forma de gerenciamento dos empreendimentos habitacionais no Brasil. Thomas e Costa (2017) expõe que para ocorrer melhorias nos canteiros, as construtoras devem oferecer suporte a equipe com treinamentos e exigir compromisso dos envolvidos.

O PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) é uma ferramenta do Governo Federal, conforme Gimenes (2017), com finalidade de “organizar o setor da construção civil objetivando a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva, através da qualificação de construtoras, mão de obra, fornecedores e serviços”, propondo melhorias na gestão da construção civil. “Com a ferramenta PBQP-H a própria empresa estabelece uma lista de serviços que deverão ser controlados e estes níveis estão relacionados com a porcentagem de controle de serviços alcançados.” (VIEIRA; NETO, 2019)

A adesão desse serviço é feita de forma voluntaria pela construtora pode trazer grandes benefícios após a sua certificação, conforme Duarte *et al.,* (2020) as empresas tem acesso facilitado a financiamentos em bancos, podendo ser habilitadas a participar de licitações e projetos de obras públicas, como o Programa Minha Casa, Minha Vida.

O PBQP-H conta com o Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras (SiAC), de acordo com Brasil (2020), um sistema de certificação de gestão da qualidade voltado especificamente a construtoras, que estabelece um regimento onde as empresas devem monitorar os indicadores de sustentabilidade, sendo eles indicador de geração de resíduos, consumo de água e consumo de energia ao longo de todo período de execução da obra.

Baseado no que foi exposto acima, este artigo mostrará uma análise dos indicadores em dois canteiros de obras, definido pela ferramenta PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) ao longo dos anos de 2019 a 2021. Para isso, teve como objetivos específicos: identificar os aspectos e impactos dos canteiros de obras dos residenciais X e Y, conforme LAIA, bem como quais resíduos gerados dessas atividades; caracterizar os indicadores de sustentabilidade de ambos os canteiros; evidenciar benefícios da ferramenta PBQP-H.

2. MATERIAIS E METODOS

Este trabalho foi desenvolvido na cidade de Manaus/AM, junto a uma construtora de unidades habitacionais, tendo como objeto de estudo a construção de dois residenciais um de classe média alta e outro popular, que serão apresentados como residenciais X e Y, a área exata de estudo não será exposto, a construtora solicitou sigilo ao seu nome e aos residenciais, ambos os residenciais ficam localizados nas zonas Norte e Oeste de Manaus.

Para identificar os aspectos e impactos dos canteiros de obras dos residenciais X e Y, foi utilizado o Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA), que é uma ferramenta de gestão ambiental usada por empresas para identificar, avaliar e controlar os efeitos das atividades que podem afetar o meio ambiente, auxilia assim a compreender e gerenciar seus impactos ambientais de forma eficaz. Através do LAIA também podemos definir e caracterizar os resíduos gerados no canteiro de obras de cada atividade, a destinação final dos resíduos era designada a empresas terceirizadas.

A coleta dos dados foi feita ao longo de três anos, no período de 2019 a 2021 nos dois canteiros de obras, focando nos indicadores de sustentabilidade caracterizados como resíduos sólidos, consumo de energia e consumo de água definidos pela ferramenta PBQP-H, que é um sistema de gestão do Governo Federal PBQP-H regido pelo SiAC, um sistema de certificação, que monitora a sustentabilidade ao longo da obra. O PBQP-H permeia todo o ciclo de vida de uma obra, desde o planejamento até a entrega final e a manutenção, conforme Ministério do Desenvolvimento Regional (2023), o quadro 1 demostra como ocorre o uso da ferramenta.

Quadro 1: Etapas para utilização do PBQP-H.

1	Consultar o regimento, a Portaria N° 577, De 30 De Março De 2021 do SiAC, que informa como implementar o Sistema de Gestão da Qualidade adequando a construtora aos requisitos exigidos; (Portaria atualizada)
2	A adequação é ser feita por meio de consultorias externas ou pelo próprio corpo técnico da empresa;
3	Após a implementação, a construtora busca no portal do PBQP-H, a lista de Organismos de Avaliação da Conformidade (OAC) (empresas acreditadas pela Cgcre/Inmetro) e agendar uma auditoria, informando para qual nível ela deseja ser auditada, Nível A ou Nível B.
4	Se o SGQ estiver em conformidade, o OAC emite um certificado para a construtora, atestando a conformidade com o SiAC;
5	A OAC envia o certificado da construtora ao PBQP-H, que o publica no portal do programa.
6	Após as auditorias iniciais, a construtora passa por mais duas auditorias de avaliação, realizadas em intervalos de 12 e 24 meses.
7	Após 36 meses das auditorias iniciais, a construtora deverá passar por um processo de recertificação, iniciando um novo ciclo de 36 meses.

Fonte: Adaptado pelos Autores (2023).

No regimento da Portaria N° 577/2021, estabelece os requisitos que devem ser aplicados ao sistema de gestão da obra, como os indicadores de sustentabilidade dos canteiros de obras, que podem ser conforme:

> "a) Indicador de geração de resíduos ao final da obra: volume total de resíduos descartados (excluído solo e demolição de edificações pré-existentes) por m2 de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra, em m3 de resíduos descartados / m2 de área construída; b) Indicador de consumo de água ao final da obra: consumo de água potável no canteiro de obras por m2 de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra, em m3 de água / m2 de área construída; c) Indicador de consumo de energia ao final da obra: consumo de energia no canteiro de obras por m2 de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra, em kWh de energia elétrica / m2 de área construída." (Brasil, 2021)

Mensalmente esses dados foram coletados conforme a portaria utilizada no início das obras em 2019, Portaria nº 383, de 14 de junho de 2018 que foi revogada, para resíduos sólidos da construção era feita a coleta dos resíduos gerados, que eram despejados em caçambas coletoras de 5m^3 e ao final do dia eram contabilizadas e se cheias eram recolhidas, os dados da no final do mês eram calculados como resíduo gerado em m^3 por m^2 de área construída, para o consumo de energia era medido em kw/h (quilowatts-hora) e consumo de água era medido em m^3, ambos coletados mensalmente das contas disponibilizados pela concessionária local.

Figura 2: Canteiro de Obras, e caçambas coletoras do resíduo solido.

Fonte: Autores (2023).

A pesquisa em campo procedeu com visitas técnicas aos canteiros de obras ao longo da construção dos residenciais, onde inicialmente para introduzir os indicadores do PBQP-H junto aos colaboradores, foi feito palestras voltadas a responsabilidade ambiental, com objetivo de evitar desperdícios como falhas no encanamento e perdas de material, mensalmente era feito encontros ambientais para orientação e verificação das medias dos indicadores, para auxiliar no desenvolvimento do artigo foram usados o Excel, google acadêmico, ferramenta PBQP-H, a ferramenta de Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA) e as normas que auxiliaram as pesquisas conforme designa a legislação.

3. RESULTADOS

A indústria da construção civil colabora de forma significativa para a degradação ambiental, que desempenha diversos serviços que requerem monitoramento constante para identificar possíveis falhas, implantar ferramentas que promovam melhorias e uma utilização mais eficaz dos recursos durante o progresso da obra, é uma forma de promover a sustentabilidade neste segmento. O PBQP-H define os níveis e procedimentos necessários para um sistema de gestão da qualidade de construtoras, que integra principalmente a redução de geração de resíduos sólidos.

3.1. ASPECTOS E IMPACTOS DOS CANTEIROS DE OBRAS DOS RESIDENCIAIS X E Y

Definir o LAIA de uma atividade é fundamental para identificar e avaliar os aspectos ambientais associados as atividades realizadas nos dois locais de estudo, e potenciais impactos ao meio ambiente, neste trabalho dividiremos as atividades em três etapas, o Quadro 2 apresenta os principais aspectos e impactos encontrados na fase inicial de instalação das obras.

Quadro 2: Primeira etapa - planejamento e preparação do terreno.

Atividade		Aspectos	Impactos
Serviços Preliminares	Execução de Tapume; Locação da Obra.	Disposição e descartes de resíduos; Emissão de particulados.	Poluição do Solo / visual Poluição Atmosférica
Instalação da Obra	Unidade de Abastecimento Móvel (melosa); Armazenamento de materiais – Almoxarifado; Armazenamento temporário de resíduos; Central de pré-moldados	Descarte de resíduos de papel, papelão, copos, plástico; Derramamento/ Vazamento. Disposição e descarte de resíduos; Emissão de fumaça.	Poluição visual Poluição do solo Poluição atmosférica Poluição do Água
Terraplenagem	Terraplenagem; Compactação de aterro.	Emissão de gases Emissão de ruídos Vazamento e derramamentos de resíduos oleosos	Poluição atmosférica Poluição sonora Poluição do solo
Fundação e Infraestrutura	Radier em Concreto Protendido (Armação e Concretagem) Estaca Escavada e Estaca Hélice Monitorada	Vazamento ou derramamento de oleosos; Disposição de resíduos Emissão de fumaça; Emissão de ruído; Vazamento ou derramamento de oleosos;	Poluição do solo / Visual Poluição atmosférica Poluição Sonora

Fonte: Autores (2023).

Na etapa inicial ocorrem as atividades cruciais para garantir a estabilidade e segurança das estruturas construídas, como a terraplanagem que é o processo de nivelamento e preparação do solo antes da construção, que requer cuidado e atenção na sua execução, evitando assim prováveis inundações e erosão, já a atividade de fundação e infraestrutura é apresentada no LAIA como de severidade e probabilidade moderada, pois podem causar impactos significativos como a poluição do solo, se ocorrer vazamentos.

No Quadro 3, são definidos os fatores de implantação e construção da estrutura como luz, água e esgoto, local de armazenagem dos insumos e materiais, instalações e quais equipamentos a serem utilizados, que são de extrema importância para obra.

Quadro 3: Segunda etapa das obras, implantação.

Atividade		Aspectos	Impactos
Parede De Concreto - Laje	Montagem forma, armação e concreto Montagem da armação de aço para parede e laje Forma e Desforma Lançamento de concreto usinado em estrutura	Disposição de resíduos Emissão de ruído Vazamento de óleo ou derramamento de pastoso	Poluição do solo / Visual Poluição Sonora
Instalações	Montagem de Kits de instalações hidráulicas; Instalação elétrica, SPDA e incêndio; Rede Frigorígena.	Disposição e descarte de resíduos	Poluição do solo / Visual Poluição atmosférica
Execução de revestimento	Assentamento de revestimento cerâmico; Execução de contrapiso; Revestimento de Gesso Corrido; Forro de Gesso em placa;	Disposição e descarte de resíduos Emissão de ruído Emissão de particulados	Poluição do solo / Visual Poluição Sonora Poluição Atmosférica
Esquadria portas e ferragens	Assentamento de esquadria de alumínio; Colocação de cantoneira em alumínio em canto vivo; Instalação de corrimão; Assentamento de portas; Instalação de guarda corpo;	Disposição e Descarte de resíduos; Emissão de ruído.	Poluição do Solo; Poluição Sonora.

Fonte: Autores (2023).

A terceira etapa, conforme o quadro 4, descreve atividades de acabamento e redes externas, as atividades conforme o LAIA são de severidade e probabilidade de ocorrência baixas, por não apresentar grandes riscos, porem a central de abastecimento já apresenta severidade de nível alto, devido ao diesel ser classificado como perigoso devido a sua inflamabilidade.

Quadro 4: Terceira etapa das obras, atividades de finalização e acabamento.

Atividade		Aspectos	Impactos
Execução de pintura	Pintura interna e externa	Descarte e disposição de resíduos; Emissão de efluentes líquidos; Derramamento de pastosos.	Poluição do Solo Poluição da Água
Central de abastecimento de diesel	Abastecimento	Disposição e Descarte de resíduos; Alteração da qualidade do ar, emissão de vapores; Derramamento de efluentes líquidos.	Poluição do Solo / Visual Poluição Atmosférica Poluição da Água Risco de incêndio
Rede Externas	Drenagem, rede de esgoto, água fria e incêndio	Disposição e descarte de resíduos.	Poluição do Solo / Visual
Impermeabilização	Impermeabilização com argamassa polimérica	Disposição e descarte de resíduos.	Poluição do solo / visual
Cobertura	Cobertura de telha de fibrocimento.	Emissão de ruídos Disposição e descarte de resíduos.	Poluição Sonora Poluição do Solo / Visual

Fonte: Autores (2023).

Os principais resíduos gerados dessas atividades são os sólidos, definidos como Resíduos de Construção e Demolição (RCD), os mais comuns encontrados no canteiro de obra X e Y, conforme NBR 10004 eles são classificados como resíduos classe II A - não perigosos definidos como concreto quebrado, tijolos, blocos, argamassa, revestimentos de parede, pavimentação, e resíduos classe II B (recicláveis de outras indústrias) definidos como embalagens plásticas, madeira, metais, esquadrias e telhas, todos são destinados a três empresas terceirizadas, e os resíduos gerados na fase inicial do empreendimento como rochas das escavações e solos, que são realocados em reaterros.

3.2. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PBQP-H

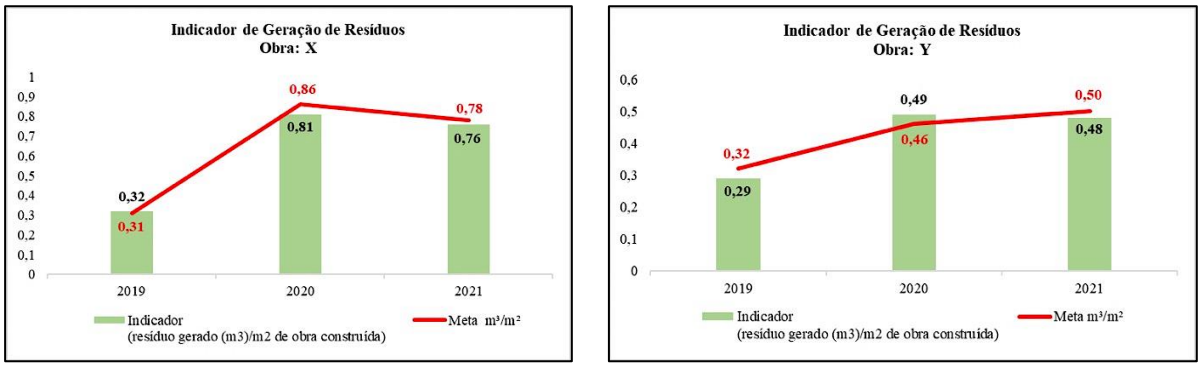
Todas as atividades na construção civil necessitam estratégias e ferramentas para controle e redução de perdas, o PBQPH tem objetivo principal melhorar a qualidade e a produtividade nos canteiros de obra, conforme Sienge (2017), “e fundamental implementar estratégias específicas para alcançar um desempenho positivo na obra, com o uso racional e eficiente de energia e água no canteiro de obras, para reduzir os indicadores de consumo excessivo”.

O regimento do PBQP-H não define a meta a ser seguida, permitindo que a construtora defina conforme a geração, assim a meta foi estabelecida após a média tirada de três meses geração dos indicadores de resíduo, água e energia, e para expor nos gráficos deste trabalho foi tirada no fim de cada ano a média geral dessa meta, demonstrado nos gráficos de vermelho.

3.3. INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE DE RESÍDUO GERADO DAS OBRAS X E Y

Para calcular o indicador de resíduo gerado dos canteiros de obras X e Y, foi utilizado resíduo gerado em m^3 por m^2 de obra construído, o cálculo era feito mensalmente, as métricas desse desses resíduos eram contabilizadas diariamente pois os resíduos eram despejados em caçambas coletoras de $5m^3$, para este trabalho foi tirado a média da geração anual dos anos de 2019, 2020 e 2021 das duas obras. Conforme analisado no Gráfico 1a e 1b, verifica-se que a cada ano de obra o cenário de geração de resíduo mudou, levando em consideração que nos anos de 2020 e 2021 houve a pandemia da Covid-19, não houve operação de obra durante os três primeiros meses, o aumento de geração era linear devido a intensificação de operação nos meses que sucederam a pandemia.

Gráfico 1: Indicadores de geração de resíduos das obras nos anos de 2019 a 2021; a) empresa X; b) empresa Y.



(a) (b)

Fonte: Autores (2023).

A obra X (residencial de classe média alta) durou dois anos e quatro meses, analisando os resultados apresentados constata-se que a média da geração de resíduos atendeu as exigências estabelecidas pelo programa através da meta, tendo apenas o ano de 2019 geração acima da meta com 0,32 m^3 por m^2 de obra construído, devido a não adaptação dos trabalhadores com as estratégias de redução. A obra Y (residencial popular) durou dois anos e nove meses, o indicador de geração do ano de 2019 se demonstrou eficaz no primeiro ano ficando bem abaixo da meta estabelecida para geração, no segundo ano a geração foi acima da meta estabelecida devido ao aumento das atividades da obra, sendo reestabelecida no último ano. No final da obra X o total de resíduo gerado foi de 1.863,50 m^3 e na obra Y foi de 1.261,00 m^3, o indicador da obra X foi descrita como mediana, e na obra Y como boa, pois a estimativa de geração de uma obra sem a ferramenta PBQP-H é maior que 3.000 m^3 no período de até 3 anos, estimativas apresentadas conforme relatórios de obras anteriores fornecidas pela construtora.

Para controle era realizado palestras e conversas para conscientização dos trabalhadores e estratégias de redução como reciclagem e reutilização de materiais, controle de perdas, coleta seletiva e transferências de tarefas como gestão de resíduos para os empreiteiros da construção, assim tendo um maior controle da destinação e do indicador de sustentabilidade.

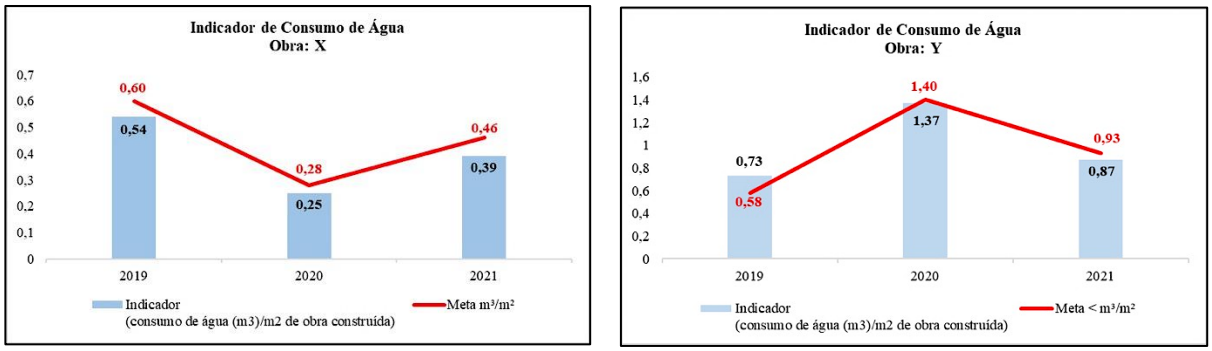
3.4. INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE DE ÁGUA NAS OBRAS X E Y

A água é indispensável nos canteiros de obras, as principais fontes de uso foram para mistura de concreto, limpeza de equipamentos e áreas de trabalho, irrigação e água potável para trabalhadores. O indicador de consumo era medido em m^3, esse parâmetro era coletado mensalmente das contas disponibilizados pela concessionária fornecedora local, de acordo com Gráfico 2a e 2b, o canteiro de obra X obteve eficácia na implantação do programa onde a geração foi bem abaixo da meta estabelecida nos anos analisados, principalmente no ano de 2020. A obra Y por outro lado demonstrou aumento de consumo no primeiro ano, tendo crescimento de 34,48% acima da meta estabelecida, já no segundo ano o consumo foi dobrado, porém ficou abaixo da meta estabelecida para aquele ano, e no último ano de obra o consumo foi estabilizado segundo os parâmetros (meta) definidos pela construtora. No final das obras o volume consumido em cada obra

X foi de 1.180,00 m³ e na obra Y foi de 2.971,00 m³, demonstrando que a obra X apresentou os melhores indicadores em relação a Y que obteve o dobro de consumo, mesmo diferenças de consumo distintas o parâmetro para este indicador foi definido como bom, a estimativa de consumo ao longo da obra é maior que 3.000 m³, valor foi definido pela construtora com base nos relatórios de obras sem uso da ferramenta.

As medidas de controle para reduzir o aumento do consumo de água em ambas as obras foram a reutilização de água em diversas atividades, detecção de vazamentos, a instalação de equipamentos como torneiras automáticas e descargas de sistema duplo, e principalmente trabalhando a conscientização junto aos trabalhadores.

Gráfico 2: Indicadores de sustentabilidade de Consumo de Água: a) empresa X; b) empresa Y



(a) (b)

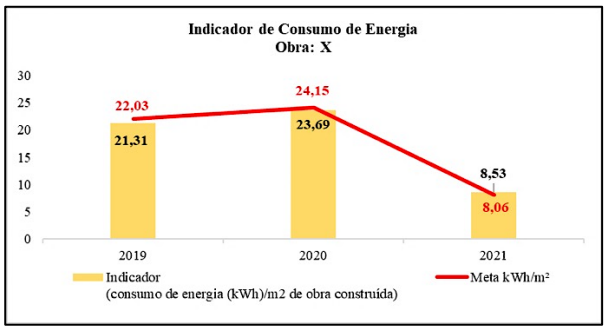
Fonte: Autores (2023).

3.5. INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE DE ENERGIA DAS OBRAS X E Y

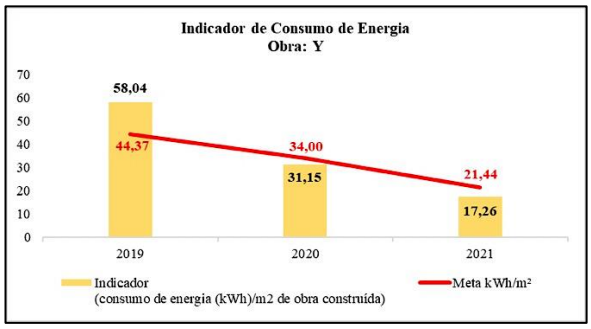
As principais fontes de consumo nos canteiros de obras foram os maquinários e equipamentos (guindastes, escavadeiras, ferramentas elétricas, etc.) iluminação do local, transporte de materiais e sistemas de climatização utilizados como sistemas temporários durante o período de obra. O consumo de energia era medido em kw/h e coletado mensalmente das contas disponibilizadas pela concessionária local, analisando os Gráficos 3a e 3b, a obra X apresentou melhor eficiência no controle e redução em relação a obra Y, no qual obteve o seu consumo abaixo das metas estabelecidas, já a obra Y no seu primeiro ano teve aumento de 30,80% em relação a meta, tendo como justificativa o uso de maquinários na fase inicial da obra, nos anos seguintes a obra teve redução significativa no consumo de energia. O volume consumido final da obra X foi de 53.530,00 kWh e da obra Y foi de 106.45,00 kWh, ambas sendo consideradas com ótimos parâmetros, pois conforme relatórios analisados (cedidos pela construtora) de outras obras que não utilizaram a ferramenta PBQP-H, podemos definir o consumo de energia em uma obra de até 3 anos pode variar entre 150.000 kWh e 600.000 kWh.

As estratégias de redução utilizadas para este indicador foram o uso de lâmpada econômicas como a LED, uso de material e equipamentos com baixo gasto energético, uso de sensores de presença em locais de uso reduzido, e principalmente conscientização dos trabalhadores para ajudar na redução desse indicador

Gráfico 3: Indicadores de sustentabilidade de Consumo de Energia: a) empresa X; b) empresa Y.



(a)



(b)

Fonte: Autores (2023).

3.6. BENEFÍCIOS DA FERRAMENTA PBQP-H

A ferramenta PBQP-H trouxe vários benefícios para a construtora, elevando os padrões de qualidade dos canteiros, melhorando a qualidade das construções tanto para construtora como para os trabalhadores, contribuindo para um ambiente mais seguro e sustentável. As duas obras analisadas após a adoção da ferramenta, apresentaram redução de custos operacionais, minimizando retrabalho e desperdício de materiais e ineficiência operacional.

Foi notavel ao decorrer dos meses o aumento da produtividade, com a implantação de processos padronizados e treinamentos, resultando em entregas mais rápidas e economia de recursos. A adoção de práticas de segurança no trabalho e qualidade reduziram o risco de acidentes e problemas legais, resultando em menos gastos com indenizações e litígios, assim melhorando as condições de trabalho a qualidade das construções aumentaram a satisfação dos trabalhadores, reduzindo rotatividade e elevando a eficiência.

As práticas de construção sustentável promovidas pelo PBQP-H, como o uso eficiente de água e energia, e destinação correta dos residuos resultaram em economia de recursos e redução das despesas operacionais, trazendo principalmente benefícios econômicos, incluindo redução de custos, aumento da competitividade, ofertando a construtora acesso a novas oportunidades de negócios, a certificação PBQPH abriu portas para novos mercados, incluindo projetos públicos e privados que requerem padrões de qualidade e sustentabilidade, estimulando o crescimento econômico no setor da construção.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ramo da construção civil é fundamental para o desenvolvimento economico e social, desenpenhando também um papel significativo na geração de residuos, a ferramenta base para este estudo apresentou a necessidade de haver um monitoramento constante, alem de promover melhorias e uma gestão mais eficaz dos recursos ao longo do progresso das obras. Identificar os apesctos e impactos longo de toda a obra, desde o planejamento até a entrega final, bem como a gestão dos resíduos gerados, conscientização dos trabalhadores e a implementação de estratégias de redução

desenvolvidas para manter os indicadores de sustentabilidade sob controle, foram fundamentais para obter exito nas atividades analisadas.

Para avaliar esses indicadores, foram analisados à geração de resíduos, consumo de água e consumo de energia de dois canteiros de obras ao longo de três anos (2019 a 2021), os resultados demonstraram que os canteiros se adequaram às metas estabelecidas, mostrando eficiência na aplicação da ferramenta. Portanto essas práticas resultaram na economia de recursos (água e energia) e redução de despesas operacionais, que contribuem para preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável nos canteiros de obras, tornando a construtora mais competitiva e acessando novas oportunidades de mercado, incluindo projetos públicos e privados que exigem padrões de qualidade e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

[1] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 5 de julho de 200**2. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/sitio/> Acesso em: 03 mai. 2016.

[2] BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SiAC**: PBQP-H. Brasília, DF, 2018. Disponível em: < https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/programa-brasileiro-de-qualidade-e-produtividade-do-habitat-pbqp/siac-sistema-de-avaliacao-da-conformidade-de-servicos-e-obras >

[3] BRASIL. **PORTARIA N° 577, DE 30 DE MARÇO DE 2021**. Disponível <em:https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/habitacao/pbqp-h/RegimentoGeraldoSIACAtualizadoPortaria577demarode2021CapaOK.pdf > Acessado em setembro de 2023.

[4] Brasil. **PORTARIA N° 577, DE 30 DE MARÇO DE 2021**. Disponível <em:https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/habitacao/pbqp-h/RegimentoGeraldoSIACAtualizadoPortaria577demarode2021CapaOK.pdf > Acessado em setembro de 2023.

[5] Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). **Construção Civil mostra sua força e cresce acima da economia nacional**, Banco de Dados – CBIC, 2022. Disponível em < https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/09/informativo-economico-pib-2-tri-2022.pdf > acessado em outubro de 2023.

[6] DEZORDI, A.P.; VIEIRA, E. P.; SAUSEN, J. O**. O impacto nos custos ambientais dos resíduos gerados na construção civil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 24., 2017, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: [s.n], 2017. Disponível em: < https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190314175553_2015.2__TCC_Izira_Cunha_Santana_-_Anlise_Dos_Impactos_Ambientais_Causados_Pelos_Resduos_Slidos_De_Construo_E_Demolio_Em_Conceio_Do_Almeida__Ba.pdf>

[7] DUARTE, P. B; BRANCO, R. B. C; GOMES, K. N. A. E. S. **Gestão da qualidade na construção civil: uma análise do programa Brasileiro de qualidade e produtividade no habitat (PBQP-H) E DA ISO 9001**, Brazilian Journal of Developement, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 14817-14827, mar. 2020. Disponível em: < https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8009/6938>

[8] GIMENES, J. C. R. **Proposta de utilização do programa brasileiro de qualidade e produtividade do habitat – pbqp-h como ferramenta para controle e destinação adequada dos resíduos da construção civil – RCC**, Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto, 2017. Disponível em: < https://tede.unaerp.br/bitstream/handle/12345/145/000006f1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[9] HAUBRICK, S. C. O. P.; GONÇALVES, J. R. M. R. **Medidas de redução de geração de resíduos sólidos na construção civil como atendimento dos requisitos de sustentabilidade do PBQP-H/SIAC**. Rev. Augustus, v.25, n. 50, p. 12-32, 2020. Disponível em: < https://doi.org/10.15202/1981896.2020v25n50p12 >

[10] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **PAIC - Pesquisa Anual da Indústria da Construção**, 2022. Disponível em:< https://questionarios.ibge.gov.br/downloads-questionarios/paic-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html >

[11] Ministério do Desenvolvimento Regional. Como se Certificar - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). Disponível em:< https://pbqp-h.mdr.gov.br/sistemas/siac/como-se-certificar/. > Acessado em setembro de 2023.

[12] PBQP-H. **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat. Ministério do Desenvolvimento Regional**. 2023. Disponível em: < https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/programa-brasileiro-de-qualidade-e-produtividade-do-habitat-pbqp>

[13] SIENGE. **Sustentabilidade na Construção Civil: Eficiência energética como diferencial para Construtoras**. 08, mar 2017. Disponível em: < https://www.sienge.com.br/blog/sustentabilidade-na-cosntrucao-civil-eficiencia-energetica-como-diferencial-para-construtoras/#:~:text=Eficiência%20energética%2C%20portanto%2C%20além%20de,de%20energia%20em%20seu%20empreendimento.>

[14] THOMAS, N. L. R.; COSTA, D. B. **Adoption of environmental practices on construction sites.** Ambiente Construído, Porto Alegre. v. 17, n. 4, 2017, p. 9-24, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000400182>

[15] VIEIRA, E. S; NETO, J. M. O. **Qualidade Na Construção Civil: Pbqp-H Análise Do Programa Brasileiro De Qualidade E Produtividade Do Habitat.** Revista ETIS, v.1, n. 1, p. 54-64, 2019. Disponível em:< http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/etis/article/view/3180/2530>

Capítulo 3

O uso da educação ambiental como incentivo para práticas mais sustentáveis: um estudo de caso na cidade de Manaus

Kayra Jordana Sá dos Santos
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Este artigo apresenta uma análise do desempenho socioambiental do projeto voluntário Mudar Mais, na cidade de Manaus, no período de 2018 a 2023. O projeto realizou 16 ações em diferentes locais, as atividades envolveram plantio de mudas, coleta de resíduos e a realização de palestras de educação ambiental, os voluntários desempenharam papéis essenciais na execução dessas atividades. O trabalho incluiu a aplicação de questionário voltado aos voluntários e líderes de projetos ambientais, considerando fatores como motivação, desafios enfrentados e preocupações ambientais, destacando a importância do crescimento do terceiro setor em Manaus, especialmente em pautas ambientais. O projeto alcançou resultados positivos mobilizando quase 1000 voluntários ao longo dos anos, apesar de enfrentar desafios como a falta de apoio, recursos e problemas ambientais na cidade. O projeto desempenhou um papel fundamental na promoção da conscientização ambiental em Manaus, demonstrando impacto positivo do voluntariado na comunidade e no meio ambiente.

Palavras-chaves: voluntário, projetos ambientais, terceiro setor.

1. INTRODUÇÃO

Em um cenário global marcado por desafios ambientais como o desmatamento, aumento da poluição e a falta de áreas verdes, há um crescente interesse das pessoas pelo voluntariado pautados em questões ambientais, os quais são ações coletivas em prol de melhorias em determinado em bairros e comunidade (CORBARI, 2017). Isso tem levado as pessoas ao redor do mundo a reavaliar suas práticas e buscar soluções sustentáveis para os desafios enfrentados. "O tema desperta o interesse científico em razão do notável crescimento no número destas organizações no contexto brasileiro" (IBGE, 2012; ONU BRASIL, 2023)

A educação ambiental tem se destacado como um meio essencial para promover a sustentabilidade e inspirar mudanças positivas. Ainda, segundo Bet (2020) a "Educação Ambiental é um eficiente aliado no combate aos problemas socioambientais no planeta, levando ao fortalecimento da cidadania e a conscientização sobre as inter-relações indivíduo e meio ambiente". Rumenos (2020) cita que a educação ambiental crítica é uma abordagem de ensino que se alinha com questões socioambientais, sendo desenvolvida em conjunto com a sociedade, organizações não governamentais e movimentos sociais de muitos países, sendo um modelo de EA que enfatiza a autonomia e a participação ativa das pessoas.

O aumento do voluntariado e de projetos com interesse ambientais tem se tornado uma tendência mundial. A Organização das Nações Unidas (1990) diz que o voluntariado enquadra todas as ações de interesse social e comunitário desenvolvidas de forma conjunta. "O voluntário realiza uma ação social definida com base na qualificação profissional, satisfação, doação e realização pessoal, trata-se de uma ação de qualidade que faz a diferença numa determinada comunidade, não precisa ser grande, mas eficiente" (GONÇALVES, et al 2017).

O Terceiro Setor é uma expressão ainda pouco conhecida no Brasil, e traz referencias de doações pessoais em causas sociais, que para Cardoso et al., (2020) é direcionado para abordar problemas sociais, promover o desenvolvimento local e regional, além de apoiar e fortalecer movimentos em prol da preservação ambiental, reivindicação de direitos humanos e outras questões que muitas vezes não recebem a devida atenção por parte dos governos. "Hoje em dia, cada vez mais é notória a importância e emergência do terceiro setor, constituído, em boa parte, pelas organizações sem fins lucrativos" (KIRSH, 2019).

De acordo com Teixeira (2020), é muito importante tratar de questões ambientais que afetam a nossa comunidade, que estejam relacionados com ações globais. "A educação ambiental não formal praticada pelas organizações do terceiro setor como uma nova proposta é voltada para a mudança de hábitos e práticas sociais que indiquem uma solução para o quadro de degradação socioambiental." (TRISTÃO & TRISTÃO, 2017).

Segundo Mesquita *et al.,* (2019), a percepção das pessoas sobre as temáticas é influenciada pelo amplo debate sobre o assunto nas mídias sociais nos últimos anos. Para Lopes-Jr (2023), o crescente interesse na temática abordada é usado como um diferencial competitivo, onde melhora o perfil, e fortalece o compromisso com a sociedade.

Dito isso a cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, não é exceção, de acordo com Bezerra (2023), à medida que a cidade enfrenta questões mudanças climáticas, degradação ambiental e constante poluição dos igarapés, a população local busca por soluções de forma individual e sem depender do estado. No Amazonas,

conforme cita Guimarães *et al.,* (2019) o crescimento desordenado trouxe inúmeros problemas de infraestrutura, sociais e ambientais, de acordo com IBGE (2010), Manaus é a segunda cidade com a menor taxa de arborização urbana entre as cidades com mais de 1 milhão de habitantes.

Em Ribeiro & Fiori (2018), os autores alegam que a ausência de um planejamento de arborização urbana é uma característica que se estende em todas as cidades do Brasil, para Duarte (2017), expõe que os desafios socioambientais são decorrentes do crescimento desordenado e migração em Manaus, que contribuem para a baixa arborização, desmatamento e poluição de igarapés, pois muitos bairros não possuem infraestrutura adequada. Com isto houve um crescimento na cidade de diversos projetos pautados em ajudar a população e a cidade a reduzir os baixos índices de arborização e poluição, através ações de coleta de lixo e plantio de mudas.

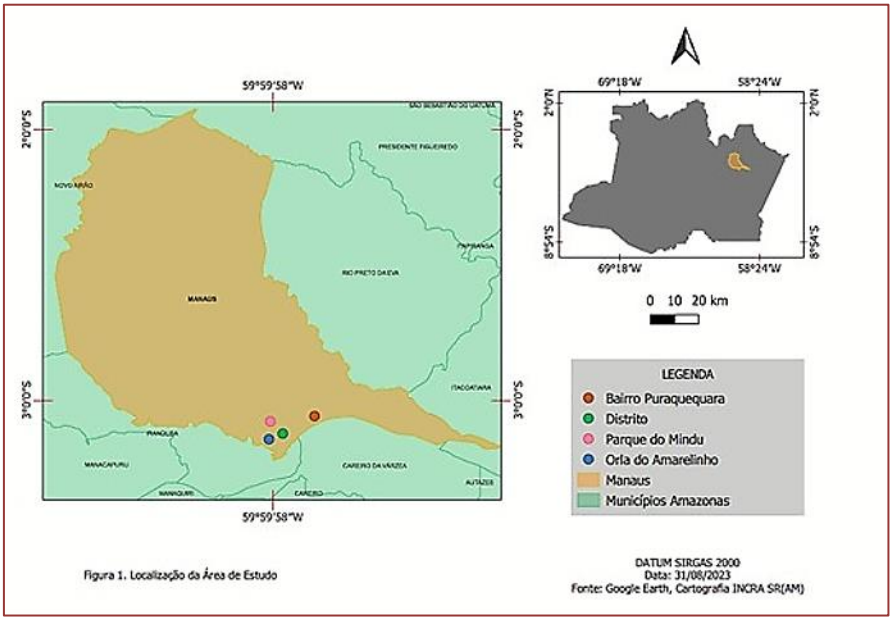
Assim, este trabalho tem como objeto central avaliar o impacto socioambiental do projeto voluntário "Mudar Mais", desenvolvido na cidade de Manaus, no período de 2018 a 2023. E para alcançar esse objetivo foi necessário caracterizar as ações realizadas por meio da participação da população e dos setores público e privado nas ações ambientais do projeto; investigar o crescimento do terceiro setor a partir da análise com base em projetos parceiros e atuantes em Manaus; e por fim, apresentar os resultados alcançados ao longo das ações e avaliar o impacto exercido no ambiente de atuação – o voluntariado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido com foco na atuação do projeto voluntário "Mudar Mais" na cidade de Manaus, analisando o contexto socioambiental de atuação no período de 2018 a 2023. Ao longo do projeto foram realizadas 16 ações em locais específicos como o Parque do Mindu, bairro do Puraquequara, Orla do Amarelinho, além de ações em empresas privadas do polo industrial de Manaus.

O material apresentando para compor este trabalho é resultante de um banco de dados (planilhas do Excel) das atividades que sucederam de ações ambientais voltadas para plantio de mudas, coleta de resíduos e palestras pautadas em educação ambiental e meio ambiente. Cada ação possuía um roteiro contendo critérios de mobilidade, acesso ao local, quantidade de resíduos localizados, número de voluntários, verificação do solo (para ações de plantio) e material necessário. O planejamento era realizado após a análise desses fatores.

Figura 1: Mapa dos locais onde foram realizadas as ações.



Fonte: Adaptado pelos Autores, DATUM SIRGAS (2000, 2023).

As ações de coleta de resíduo e plantio de mudas foram as mais frequentes e recebiam a participação da população civil (os voluntários) de atuação em campo que procedia nas seguintes etapas: 1) escolha do local; 2) elaboração do formulário para inscrição; 3) divulgação da ação e do formulário de inscrição nas redes sociais; 4) contagem de inscritos; 5) criação de grupos no WhatsApp para orientações; 6) realização da ação; 7) resultados obtidos.

Figura 2. Divulgação em três partes da ação realizada em 2020.

Fonte: Adaptado pelos Autores (Instagram @projetomudarmais, 2023).

As ações de Educação Ambiental (EA) para o setor privado eram realizadas mediante a convite da empresa, que a partir do convite era feito um plano de ação a fim de apresentar as atividades que seriam desenvolvidas com os colaboradores. No setor público, era solicitado auxílio para recursos e serviços, como a retirada de resíduos e

mudas, requerido através de ofício para a Secretaria Municipal de Limpeza Pública – Semulsp e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMMAS.

Realizou-se uma pesquisa através da aplicação de questionário no *Google Forms* para voluntários e lideranças de projetos ambientais, definidos neste trabalho como terceiro setor, em que foram avaliados os elementos ligados ao desenvolvimento, tempo de duração e motivação. A análise de cada fator foi conduzida por questionamentos, utilizando perguntas que adotam a escala Likert (1932), muito utilizada em pesquisa de opinião (concordância e afirmação).

Quadro 1. Perguntas expostas no questionário apresentado.

Perguntas	Respostas
1. Em qual(is) projeto(s) você atua/atuou como voluntário?	Resposta curta
2. Há quanto tempo você está/esteve participando desse(s) projeto(s)?	1 ano; 2 anos; Mais de 3 anos; Mais de 5 anos.
3. Qual foi a sua motivação para participar do(s) projeto(s) ou outras iniciativas sociais?	A situação de Manaus; Incentivo ou convite de amigos; Sempre quis mudar o mundo ou me envolver em projetos de alguma forma. Outro:
4. Quais desafios você encontrou ao praticar o voluntariado?	Falta de apoio da população; Escassez de recursos; Falta de comprometimento por parte dos envolvidos; Outro:
5. Na sua opinião, quais são os principais problemas na cidade de Manaus?	Mal condicionamento dos resíduos e disposição final; Falta de recursos e investimento; Falta de arborização; Todas as opções descritas acima; Outro:
6. Você acredita que Manaus possui áreas verdes adequadas para atividades de lazer?	Sim; Não.

Fonte: Autores (2023).

A quantificação dos dados foi executada adotando critérios como pesagem dos resíduos coletados (toneladas), quantidade de mudas distribuídas, acompanhamento das ações desenvolvidas nas empresas e análise dos dados coletados na pesquisa exploratória do formulário aplicado. Um acompanhamento periódico era feito nas ações de plantio das mudas, onde era verificado, principalmente, a taxa de morte ou falha de plantas jovens, que ocorrem principalmente devido a fatores como condições do solo e clima. O material utilizado para auxiliar na elaboração deste trabalho foi o google acadêmico, Google Forms, Excel e DATUM SIRGAS 2000.

3. RESULTADOS

O projeto foi criado em 2018 com foco na preservação e criação de áreas verdes para cidade de Manaus, que apresentava um dos menores percentuais de arborização urbana do país, o objetivo principal era promover melhoria na cobertura vegetal da cidade, trabalhando com moradores locais através do senso de pertencimento e responsabilidade ambiental. Neste contexto, o presente trabalho focou em analisar e compreender os resultados alcançados ao longo desses anos, bem como seus desdobramentos na dinâmica socioambiental da cidade.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS AÇÕES REALIZADAS E ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO DA POPULAÇÃO E DOS SETORES PÚBLICO E PRIVADO NAS AÇÕES AMBIENTAIS DO PROJETO

As ações de EA foram planejadas por uma equipe multidisciplinar vinculada ao projeto e apoiadores. A equipe de apoiadores era incialmente composta por estudantes de engenharia ambiental, florestal e biologia, e lideranças de comunidades e projetos locais. As ações realizadas com mais frequência eram aquelas de plantio de mudas, coleta de resíduos sólidos e ações de EA, conforme exposto no Quadro 2.

Quadro 2: Caracterização das atividades.

Tipo de Ação	Características	Participantes
Plantio de Mudas	É realizado análise de vários fatores, incluindo o clima local, o espaço disponível, o objetivo do plantio, condições ambientais específicas da área e autorizações necessárias. Definido assim a quantidade de mudas a serem plantadas (100 a 150), espécie (nativas, sombreamento, frutíferas, etc.) e o material necessário. A realização da ação era divulgada e realizada com a participação ativa da comunidade local, incluindo moradores, voluntários e outras partes interessadas. O plantio não se limita à ação inicial, inclui o cuidado e a manutenção das mudas ao longo do tempo para garantir seu crescimento saudável (acompanhamento durante 3 meses).	As ações contam com a parceria da SEMMAS, UFAM – Universidade Federal do Amazonas e IFAM – Instituto Federal do Amazonas, que realizam a doação de mudas solicitadas através de ofícios, e a participação de voluntários que se inscrevem por meio do formulário, moradores locais que aparecem na hora da ação, e empresas privadas quando realizam o convite para ação.
Coleta de Resíduos	Para ação de coleta de resíduos é realizado análise dos fatores como clima, mobilidade (se há parada de transporte público próximo ao local), situação do local, quantidade de resíduo para recolhe e material necessário.	As ações contam com a parcerias de projetos atuantes em questões ambientais como Igarapés Limpos, comunidades locais, empresas privadas que realizam o convite ao projeto para realizar a ação e a Semulsp que realiza o recolhimento do resíduo já coletado no local.
Educação Ambiental	Para realização de ações voltadas para educação ambiental era verificado o método de apresentação como palestras, atividades práticas, ou até mesmo exibições audiovisuais, assim que definido o tema específico (Dia da Árvore, reciclagem, compostagem, etc.) era realizado convite a especialistas da área, ou os próprios participantes realizavam a atividade.	Essa atividade conta com a participação de empresas privadas, que convidavam a equipe para realizar palestras aos funcionários, o projeto também faz palestras de forma online para voluntários e estudantes que se inscrevem por meio de formulário, atividades práticas são realizadas em eventos como a virada sustentável.

Fonte: Autores (2023).

Um dos principais desafios para a realização das ações era a falta de recursos financeiros, materiais e conhecimento técnico. A maioria das ações de coleta de resíduos realizadas não contaram com o auxílio da gestão pública estadual e municipal, sendo feitas de forma independente, somente com a equipe e os voluntários inscritos, assim era

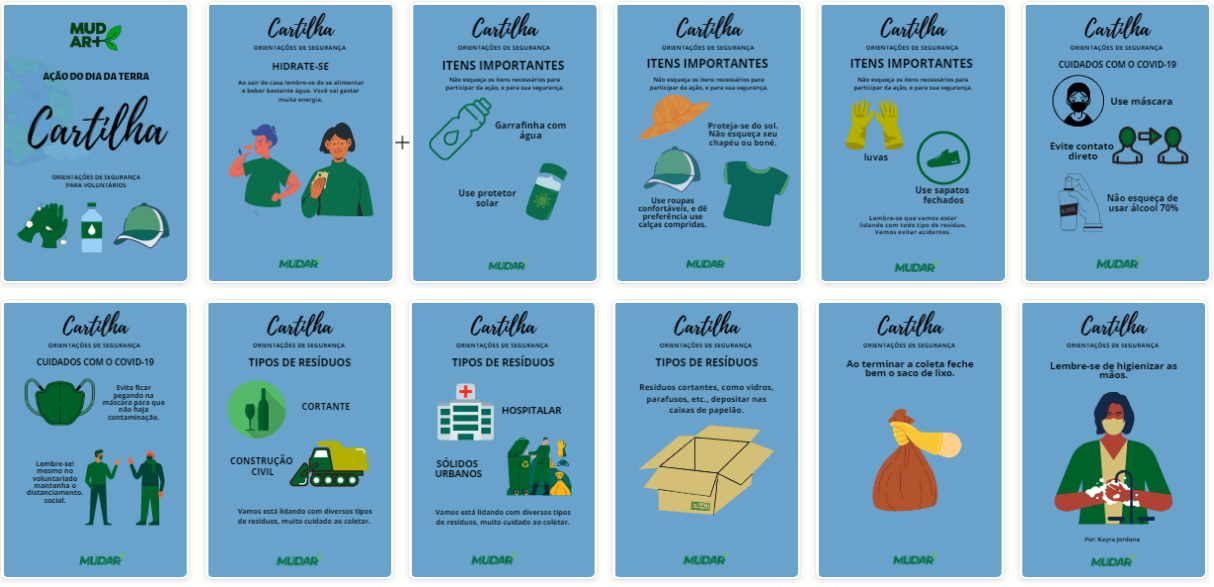
solicitado dos voluntários no ato da inscrição que levassem luvas de proteção individual e sacos de “lixo” de 200 litros, os quais era contabilizados em todas as ações realizadas, totalizando em média de 40 a 80 voluntários (Figura 3).

Figura 3: Ação de coleta realizada na Orla do Amarelinho.

Fonte: Autores, 2023.

Para isso, foi elaborado um manual orientativo elaborado pela equipe, o qual era enviado aos voluntários de forma *on-line* no ato de inscrição. O manual continha todas as informações, cuidados e vestimentas necessárias para a participação das ações de EA, pois, os locais das ações poderiam aparecer animais peçonhentos, conter resíduos perigosos, objetos cortantes como vidro ou seringas. para as ações de plantio.

Figura 3: Cartilha orientativa para coleta de resíduos, com instruções de vestimenta e cuidados.



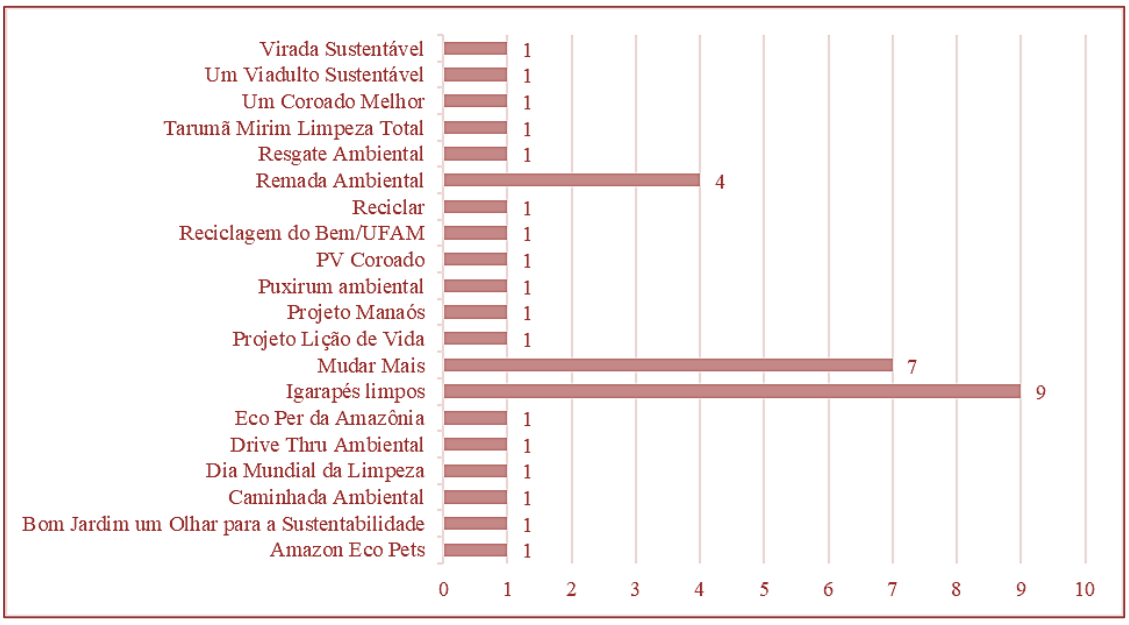
Fonte: Autores (2023).

3.2. O CRESCIMENTO DO TERCEIRO SETOR: FOCO NO VOLUNTARIADO

O crescimento do terceiro setor em Manaus, principalmente na atuação do voluntariado em projetos ambientais, é uma tendência importante que reflete a crescente conscientização sobre questões ambientais na região. Segundo Lopes-Jr (2023), a participação de projetos voluntários desempenha um papel significativo em instituições, que de acordo com dados do IBGE (2014), aproximadamente 12% dos estudantes no Brasil se envolvem em algum tipo de atividade voluntária e mais de 25% já informaram já ter feito algum tipo de trabalho voluntário, esse número demostra ser maior em 2023, pois o interesse e a procura por ações voltadas para meio ambiente cresceu bastante.

Desta forma, as organizações do terceiro setor contam com voluntários que apoiam suas operações e missões, desempenhando um papel importante na sustentação dessas organizações. Além disso, o *feedback* das ações foi possível por meio de criação de grupos de *WhatsApp* voltados às ações ambientais onde questionários foram respondidos eletronicamente. Dentre as 37 respostas, de acordo com a primeira pergunta, foram contabilizados 20 projetos atuantes em Manaus, conforme Gráfico 1, os projetos que apresentaram maior atuação de voluntários foram igarapés limpos, mudar mais e remada ambiental, ambos atuando com coleta de resíduos em igarapés e rios de Manaus.

Gráfico 1: Projetos atuantes na cidade de Manaus.



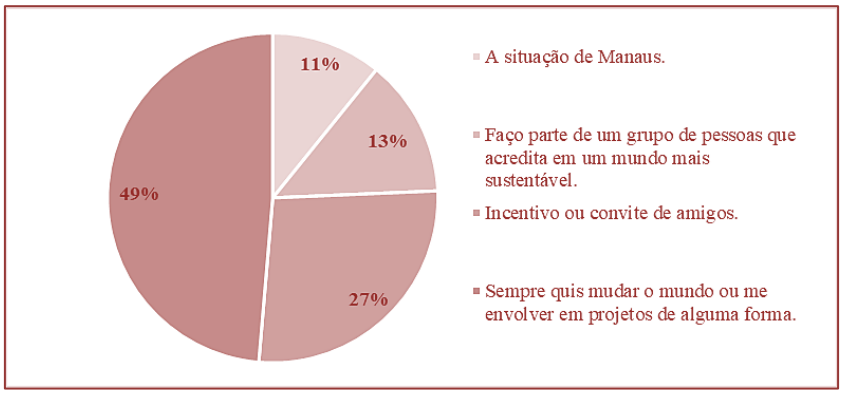
Fonte: Autores (2023).

A segunda pergunta (Quadro 1) mostrou que 18 pessoas atuam cerca de um ano como voluntário, 7 atuam há dois anos, 8 atuam há mais de três anos e 4 pessoas atuam há mais de cinco anos, demonstrando que desde 2018 possuem pessoas buscando pelo voluntariado, tendo crescimento maior a partir de 2022.

A procura pelo voluntariado e aumento de projetos é uma tendência global que reflete uma conscientização crescente sobre a importância da proteção do meio ambiente, a terceira pergunta (Gráfico 2) expõe o que mobilizou a prática do voluntariado, 49%

colocaram que sempre quiseram se envolver em projetos ambientais, 27% por incentivo de amigos, 13% acreditam em um mundo mais sustentável e 11% pela atual situação de Manaus, que vivencia ondas de queimadas e desmatamento. Além do impacto ambiental positivo, muitas pessoas reconhecem os benefícios pessoais do voluntariado, como a sensação de realização, a oportunidade de aprender novas habilidades e a construção de redes sociais com pessoas da área.

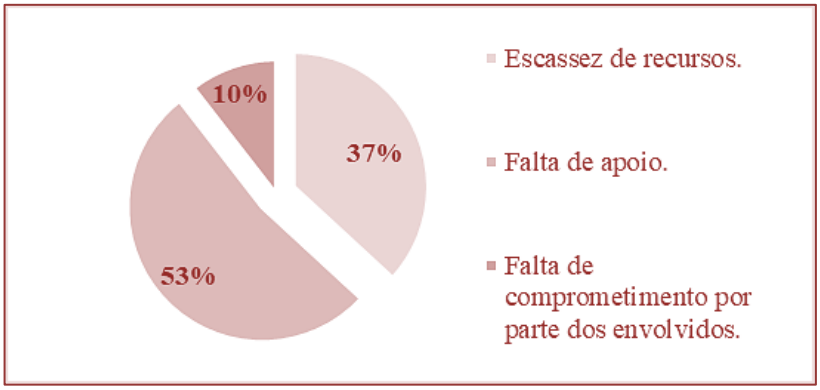
Gráfico 2: Interesse/motivação para participar de projetos sociais.



Fonte: Autores (2023).

De acordo com a quarta pergunta (Gráfico 3), 53% dos voluntários indicaram a falta de apoio por parte do poder público e população em geral, enquanto, 37% responderam ser escassez de recursos e 10% apontaram a falta de comprometimento por parte dos envolvidos. A falta de apoio em ações de EA é um desafio significativo enfrentado, muitas pessoas não compreendem a importância dos problemas ambientais, por negligência ou desinformação, assim como a escassez de recursos é um grande problema, pois sem material de apoio, o voluntario está exposto ao risco de acidentes, como cortes por objetos cortantes, contato com animais peçonhentos, água contaminada etc. É necessário esforços multidisciplinares e a colaboração de diferentes setores da sociedade para enfrentar os desafios ambientais.

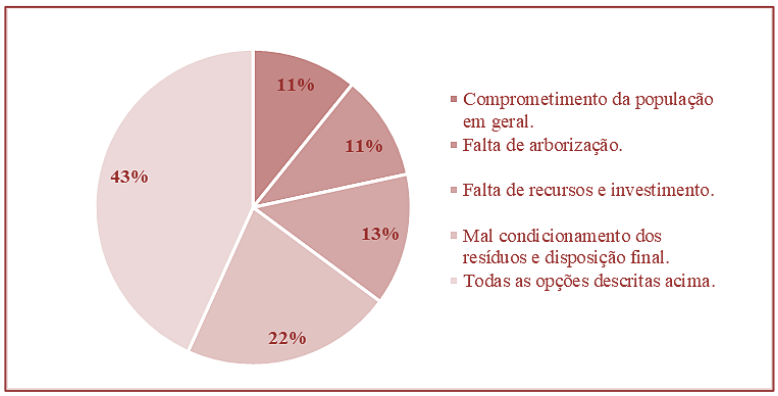
Gráfico 3: Dificuldades encontradas no voluntariado.



Fonte: Autores (2023).

O Gráfico 4 apresenta a resposta da quinta pergunta, mostrando que, dos principais problemas relacionados ao meio ambiente, 43% dos voluntários apontaram a insatisfação com atual situação da cidade, que refletem desafios comuns a muitas áreas urbanas, como por exemplo, as ondas de calor extremas e queimadas enfrentadas em Manaus, muitas áreas periféricas não possuem acesso a saneamento básico, expondo a vulnerabilidade da população.

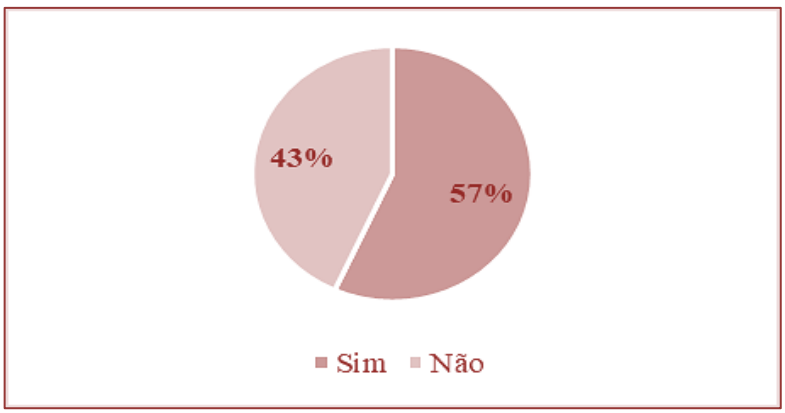
Gráfico 4: Problemas relacionados ao meio ambiente na cidade de Manaus.



Fonte: Autores (2023).

O Gráfico 5 mostra o resultado do sexto questionamento, o qual demanda aos voluntários se a capital possui áreas verdes adequadas para atividades de lazer, o que surpreendeu pois, em torno de 43% dos voluntários acredita que Manaus possui áreas verdes para lazer, enquanto a maioria discorda (57%). Segundo IBGE (2010) Manaus é a 14º capital menos arborizada do país com população superior a 1 milhão de habitantes. A extensão de áreas verdes e arborização varia em diferentes partes da cidade, como o centro onde há avenidas e praças arborizadas, enquanto em áreas mais periféricas, a arborização pode estar menos presente, principalmente por conta da expansão urbana desordenada.

Gráfico 5: Questionamento se Manaus possui áreas verdes adequadas para atividades de lazer.

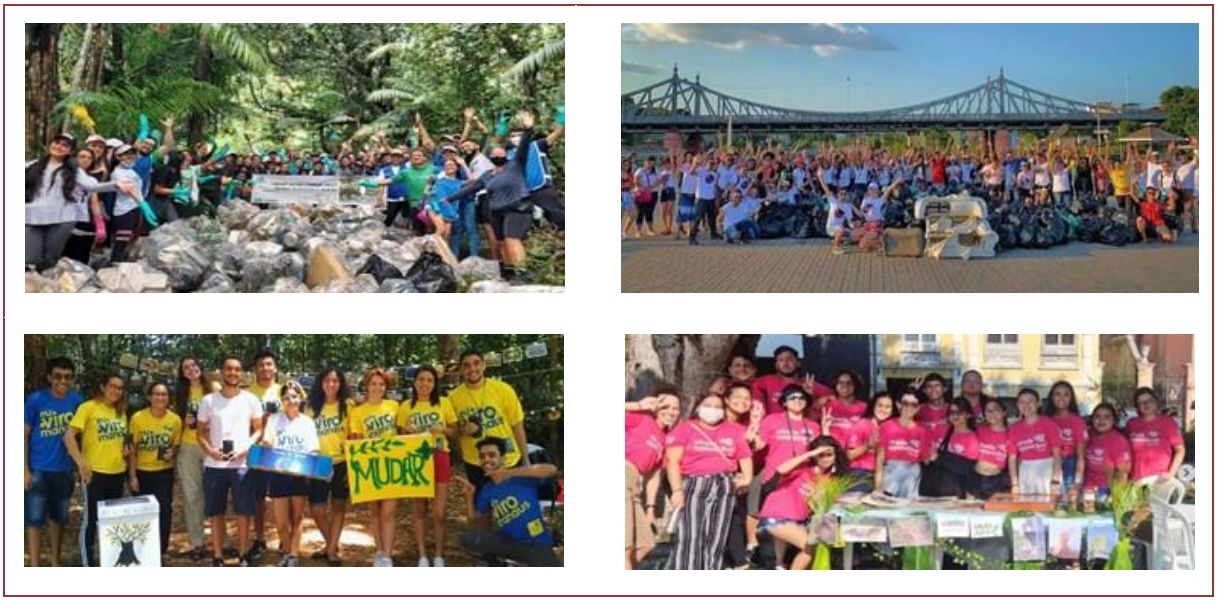


Fonte: Autores (2023).

3.3. RESULTADOS POSITIVOS ALCANÇADOS AO LONGO DAS AÇÕES

O projeto teve início em 2018, uma iniciativa totalmente voluntária e sem fins lucrativos, analisamos como o projeto influenciou o engajamento e a motivação dos voluntários, avaliando os efeitos que a atividades tiveram na comunidade local e no meio ambiente, no qual foram realizadas 16 ações, sendo 5 de coleta de resíduos, 4 de plantio de mudas, 4 de doação de mudas e atividades de educação ambiental, e 3 ações realizadas de forma remota remotas. Estima-se que cerca de 1000 voluntários participaram das ações ao longo dos 5 anos de atuação.

Figura 4. Ações ambientais promovidas ou com participação do projeto Mudar Mais.



Fonte: Autores (2023).

Após levantamento de informações, contabilizamos 426 mudas plantadas ao longo das ações realizadas, a manutenção dependia da ajuda da comunidade local onde as ações era realizada e da prefeitura, as mudas obtiveram mortalidade de 25%, devido ao estresse hídrico e altas temperaturas causando desidratação e queimaduras nas folhas, nas atividades de doação de mudas foram doadas 350 mudas de diversas espécies. Estima-se que cerca de 9 toneladas de resíduos foram recolhidos, que contém de geladeiras, sofás e até roupas, muitas das ações de coleta eram feitas nas margens dos rios e igarapés da cidade de Manaus, com base nos relatórios de ação do projeto contabilizamos mais de 300 voluntários em ações de coleta.

As ações de educação ambiental foram realizadas voltadas tanto para o público infantil como adulto, eram realizadas oficinas de jardinagem para ensinar práticas de plantio e reutilização de materiais para vasos de plantas, ocorriam oficinas de compostagem ensinando como utilizar e fazer uma composteira caseira, exposição de animais em extinção através de fotos, em conjunto ao Centro de Biologia da Universidade Federal do Amazonas (CABIO) era realizado exposição de animais preservados através da técnica de taxidermia, jogos da memória e pinturas, a maioria dessas atividades eram realizadas na Virada Sustentável que é um festival de sustentabilidade e envolve diversos projetos e artistas, com intuito de comover a sociedade com as questões ambientais locais, estima-se que mais de 250 pessoas foram alcançadas com essas ações.

Figura 5. Ações voltadas para educação ambiental realizadas pelo projeto; a) atividades com crianças; b) exposição de animais preservados através da técnica de taxidermia; c) jogo da memória elaborado pelo projeto Mudar; d) exposição e palestra sobre o corredor ecológico do Mindú.

(a) (b) (c) (d)

Fonte: Autores (2023).

No período da pandemia da Covid-19 foram realizadas ações remotas voltadas para sustentabilidade, em conjunto com empresas privadas, com intuito de motivar educação ambiental e valorização do plantio com os funcionários e suas famílias, através do cuidado com as mudas e utilização de materiais recicláveis para recipiente da planta, as ações duravam até três meses, contabilizamos 127 pessoas ativas neste projeto. Palestras pontuais em datas comemorativas como dia da Amazônia e Dia da Árvore, eram divulgadas nas redes sociais e realizadas através de videoconferência do Google Meet, alcançando cerca de 90 pessoas, palestras realizadas enloco nas empresas envolveram mais de 60 pessoas.

Esses esforços têm contribuído para melhorar e sensibilizar a população para questões ambientais, que apesar dos desafios enfrentados, como escassez de recursos e as restrições da pandemia, o projeto não apenas alcançou seus objetivos, mas também fortaleceu a conscientização e o engajamento em questões ambientais, os resultados refletem o crescente interesse em projetos ambientais e voluntariado na região de Manaus.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, abordamos a atuação do projeto voluntário Mudar Mais em Manaus, analisando suas ações e impactos socioambientais no período de 2018 a 2023, o**s** resultados positivos alcançados ao longo das ações são evidentes, com cerca de 1.000 voluntários participando em seis anos de atuação, as ações mais interativas envolveram o plantio e doação de mudas, a coleta de resíduos e atividades de educação ambiental, mesmo durante a pandemia, o projeto alcançou 127 pessoas remotamente e 60 nas empresas locais.

O crescimento do terceiro setor em Manaus, principalmente com projetos de pautas ambientais, é uma tendência importante que reflete uma conscientização crescente sobre questões ambientais, essas organizações sem fins lucrativos desempenham um papel crucial na promoção de ações ambientais e na conscientização da população. A pesquisa aplicada, por meio de questionários demonstrou o aumento da

atuação nessas atividades, e revelou que a falta de apoio ao poder público e escassez de recursos, são desafios significativos para o voluntariado, ainda assim a motivação dos voluntários continua a crescer, com uma parcela expressiva que procuram contribuir para um mundo mais sustentável.

Portanto, os resultados deste estudo demonstram o impacto positivo do projeto Mudar Mais na dinâmica socioambiental de Manaus, o comprometimento dos voluntários, apesar dos desafios, mostra que a comunidade está se tornando cada vez mais consciente da importância da proteção ambiental, e indicam um caminho promissor para o futuro de nossa região.

REFERENCIAS

[1] BET, L. G.; PRADO, R.; PRADO, M.; BENAQUE, H. P. **Educação Ambiental Aplicada À Gestão De Resíduos Sólidos: A Iniciativa Inovadora Do Programa Condomínio Sustentável**, *Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)*, v. *15*, n. 5, p.282–298, 2020. Disponível em:< https://doi.org/10.34024/revbea.2020.v15.10791>

[2] BEZERRA, R. N. O. **Percepções Ambientais da População Urbana de Manaus (AM) Frente às Mudanças Climáticas: Um Estudo Inicial,** Revista Geonorte, v.14, n.43, p.63-77, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.21170/geonorte.2023.V.14.N.43.63.77>

[3] BRASIL. Decreto 4281/2002. Regulamenta a Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências.

[4] CARDOSO, V. V.; MAULLER, A. A.; SIQUEIRA, C. S.; FINKLER, M. C. C. **A Relação Estado E Terceiro Setor No Brasil: Elementos Basilares E Premências Investigativas**. DRd – Desenvolvimento Regional em debate (ISSNe 2237-9029), v. 10, p. 730-750, 2020. Disponível em < https://doi.org/10.24302/drd.v10i0.2830>

[5] CORBARI, S. D. **Mutirões extracomunitários versus turismo voluntário: experiências nas aldeias Tupã Nhe'é Kretã (Morretes-PR) e Kuaray Haxa (Guaraqueçaba-PR)**, Revista Iberoamericana de Turismo- RITUR, Penedo, v. 7, n. 2, p. 22-39, 2017. Disponível em: < https://www.seer.ufal.br/index.php/ritur/article/view/3076/2650>

[6] DUARTE, T. E. P. N; ANGEOLETTO, F.; RICHARD, E.; VACCHIANO, M. C.; LEANDRO, D. da S.; BOHRER, J. F. C.; LEITE, L. B.; MACIEL CORRÊA SANTOS, J. W. **Arborização urbana no Brasil: um reflexo de injustiça ambiental.** Terr@Plural, Ponta Grossa, v.11, n.2, p. 291-303, jul./dez. 2017. Disponível em: < https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/9677.>

[7] GUIMARÃES, D. F. S; SOUZA, J. C. G.; ALMEIDA, I. C. R.; RODRIGUEZ, N. C. B.; LOPES, M. C**. A Arborização Urbana Em Municípios Da Região Metropolitana De Manaus, Amazonas**, Revista Terceira Margem Amazônia, v. 5, n. 13, p. 231-242, 2019. Disponível em: < https://doi.org/10.36882/2525-4812.2019v5i13p%25p>

[8] GONÇALVES. T. D; **GRZYBOVSKI, D.; MOZZATO, A. R.; TOEBE, C. S. Contradições no agir do voluntário nas organizações da sociedade civil: ensaio teórico à luz da sociologia pragmática francesa**, Cad. EBAPE.BR, v. 15, nº 4, Artigo 8, 2017. Disponível em:< https://doi.org/10.1590/1679-395155047 >

[9] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **As fundações privadas e associações sem fins lucrativas no Brasil 2010.** Estudos e Pesquisas Informação Econômica, n. 20, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/outras-estatisticas-economicas/9023-as-fundacoes-privadas-e-associacoes-sem-fins-lucrativos-no-brasil.html >

[10] KIRSCH, A. L. C. **A Influência Do Voluntariado no Desenvolvimento de Competências pessoais e Profissionais nos Indivíduos**, Dissertação de Mestrado em Gestão de Recursos Humanos 2019. Disponível em: < http://hdl.handle.net/10400.1/15387>

[11] LOPES-JR, D. S. **Estudar, Crescer e Servir: O Papel da Universidade no Incentivo ao Voluntariado**. RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i2.2776>

[12] MESQUITA, P. S.; BRAZ, V. S.; MORIMURA, M. M.; BURSZTYN, M. **Percepções de universitários sobre as mudanças climáticas e seus impactos: estudo de caso no Distrito Federal.** Revista de Ciênc. Educ., Bauru, v. 25, n. 1, p. 181-198, 2019. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/1516-731320190010012 >

[13] ONU – Organização das Nações Unidas. Declaração Universal sobre o Voluntariado. Paris: Organização das Nações Unidas, 1990.

[14] RIBEIRO, A. M.; FIORI, S. **Conhecendo o Plano de Arborização Urbana do Município de Goioerê: Um olhar para o Bairro Jardim Curitiba**. Revista Valore, v. 3, n. 1, p. 522-530, 2018. Disponível em: < https://doi.org/10.22408/reva312018105522-530>

[15] RUMENOS, N. N. **Educação Ambiental e Ciência Cidadã: Interfaces na Formação e Estímulo ao voluntariado em um Parque Nacional Brasileiro**, SP, Tese de Doutorado, desenvolvida na Universidade Estadual Paulista. 2020. Disponível em: < http://hdl.handle.net/11449/192243>

[16] TEIXEIRA, C. **O professor em processo de formação continuada em educação ambiental: um estudo a partir de teses**. 2020. 231 fl. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro, 2020. Disponível em: < http://hdl.handle.net/11449/191732>

[17] TRISTÃO, V. T. V. TRISTÃO, J. A. M. **A contribuição das ONG's para a educação ambiental: uma avaliação da percepção dos stakeholders.** São Paulo: ANPPAS - Revista Ambiente e Sociedade, 2017. Disponível em: < http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31748020004>

Capítulo 4

Implementação de ações ambientais para otimização do processo de empresa de transporte hidroviário

Isaac Vitor da Silva Lima
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: O Sistema de Gestão Ambiental envolve um conjunto de procedimentos destinados a gerenciar uma empresa, com finalidade de obter a melhor relação com o meio ambiente, contribuindo também para conscientização dos colaboradores. O objetivo deste artigo é avaliar a implantação de práticas e ações ambientais voltadas para otimização do processo de uma empresa de transporte fluvial de grande porte, no período de janeiro a maio de 2023, onde foi realizado a coleta de dados e avaliação diárias das atividades executadas pelo setor ambiental. Os resultados obtidos com a implantação do sistema na empresa se mostram eficazes em todos os setores, obtendo resultados satisfatórios, principalmente na destinação e reaproveitamento de resíduos perigosos e não perigosos, assim como na introdução das ações ambientais como a educação ambiental (EA) e treinamentos, sendo notável o envolvimento de todos os funcionários. Desta forma, a estruturação ambiental é de extrema importância para que a implantação do SGA seja cumprida seguindo todos os aspectos legais, promovendo as mudanças de postura necessárias para a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Meio ambiente. Transporte fluvial. Implantação do SGA.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, existe uma forte preocupação mundial relacionada com questões ambientais, além disso, cresce a busca das grandes e pequenas empresas nos diversos segmentos industriais por seguir esta tendência, que é acompanhada por certificações (BORTOLON & BRAUN, 2022; REZENDE *et al.,* 2023). A adequação ao novo cenário é marcada por uma rígida legislação ambiental que demanda soluções e representa o maior desafio das empresas atualmente: produzir com responsabilidade ambiental e social (*GONÇALVES & NISHI, 2019;* ALVES & QUEIROZ, 2023).

O sistema de gestão ambiental tem como objetivo assegurar o controle preventivo de aspectos ambientais do processo produtivo. A introdução da estrutura nas empresas antes do movimento verde era percebida como uma geração de custos adicionais que não trazia benefícios visíveis a empresa (CARVALHO, 2023). De acordo com Cerutia (2009), "o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é um sistema voluntário, não existindo nenhuma legislação específica que obrigue qualquer corporação a implantar e incorporar estes princípios em suas atividades", o qual é um dos requisitos que agregam valor ao produto, sendo um diferencial no mercado, além disso, possui diversos benefícios para o processo de redução de custos nas empresas BACKES *et al.,* 2023).

O transporte marítimo é um dos principais modais em atividades de importação/exportação exercidas por empresas no Brasil (BEZERRA *et al.,* 2022). Contudo, no estado do Amazonas o deslocamento de pessoas e mercadorias ocorre principalmente por via fluvial, onde utiliza-se de embarcações para transporte e movimentação de cargas em geral (containers, embarque e desembarque de passageiros), sendo um dos transportes que apresenta menor capacidade de poluente e de baixo custo, no entanto, pode causar grandes impactos ambientais se não houver uma devida gestão e ações preventivas (SILVA *et al.,* 2023).

Ainda, segundo Ferreira (2016), "há um total de 87 empresas autorizadas a realizar transporte de cargas na Bacia Amazônica, e outras 64 empresas de caráter misto que atuam no transporte de passageiros e cargas, dados coletados através da Agência Nacional de Transportes Fluviais ANTAQ."

Todavia, a atividade está sujeita à legislação ambiental e deve atender às exigências impostas, especialmente pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) e pelo Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que dispõe de procedimentos transitórios de autorização ambiental para a realização, licenças e certificações necessárias. A Lei Nº 9.966/200 "Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências" (BRASIL, 2000). Deste modo, a empresa deve aplicar um programa de controle preventivo, que tenha como princípio agir nas fontes geradoras, para minimizar a geração dos resíduos e possíveis derramamentos de óleos por parte das embarcações.

Diante dos requisitos da legislação ambiental sobre o procedimento transitório fluvial, lançamento inadequado nos corpos de água e transporte de produtos perigosos, o presente artigo tem o objetivo de avaliar a implantação de práticas e ações ambientais voltadas para otimização do processo de uma empresa de transporte fluvial de grande porte, no período de janeiro a maio de 2023, visando a apresentação aspectos detectados no Sistema de Gestão Ambiental da empresa, a elaboração de perfil das ações de monitoramento e reaproveitamento na geração de resíduos perigosos e não perigosos, e identificação de formas de aplicação da Educação Ambiental (EA) no ambiente

coorporativo da empresa. Para preservar a identidade da empresa, a mesma será apresentada com o nome fantasia de TRANSFLUV.

2. MATERIAL E MÉTODOS

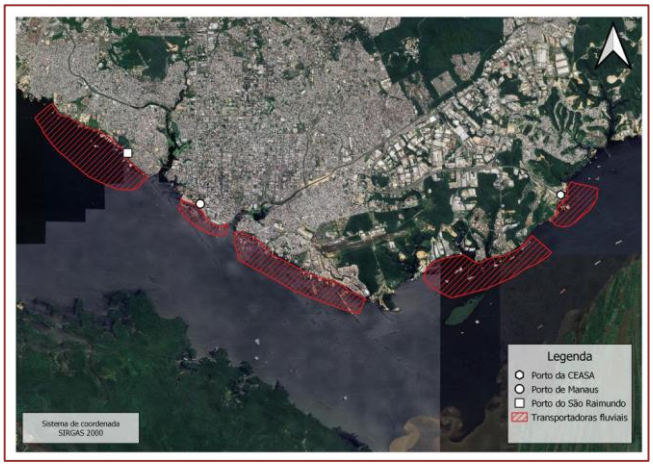
Este artigo foi elaborado por meio de análise de dados quantitativos e de campo, coletados em uma empresa de transporte hidroviário localizada no município de Manaus/AM, no período janeiro a maio de 2023. Os dados foram cedidos pela empresa, que solicitou confidencialidade no seu nome, sendo apresentada neste trabalho com o nome fantasia de Transfluv.

Os dados são basicamente indicadores de monitoramento de resíduos perigosos e não perigosos, indicadores de ações ambientais como Educação Ambiental (EA), palestras e treinamentos, analisando igualmente o processo de implantação do sistema de gestão ambiental (SGA) na empresa. As ferramentas computacionais utilizadas para contribuir no desenvolvimento deste artigo foram: Excel no desenvolvimento da análise estatística tais como gráficos, planilhas; ARQGIS para a criação dos mapas de localização e por fim, o Google Acadêmico, para a pesquisa documental de portarias e leis.

A área do estudo é localizada na margem esquerda do rio Negro, localizado nas zonas oeste, sul e leste de Manaus, apresentada na Figura 1, como transportadoras fluviais. De acordo com a Portaria - MT nº 1.022, de 20 de dezembro de 1993, a área apresentada é constituída por:

> "a) pelas instalações portuárias terrestres existentes na cidade de Manaus, na margem esquerda do rio Negro, tendo como limites extremos, a montante do porto, a foz do igarapé São Raimundo e, a jusante, a foz do igarapé Educandos, ambos no rio Negro, abrangendo todos os cais, docas, pontes e píeres de atracação e de acostagem, armazéns, edificações em geral e vias internas de circulação rodoviária e ferroviária e ainda os terrenos ao longo dessas áreas e em suas adjacências pertencentes à União;" (PORTARIA Nº 1022).

Figura 1: Principais instalações fluviais da cidade de Manaus.



Fonte: Autores / Qgis (2023).

A pesquisa de campo foi conduzida por meio de avaliação diária das atividades do setor de meio ambiente, além dos diálogos semanais de meio ambiente (SMA) realizados em todos os setores da empresa a análise dos relatórios de inspeção ambiental dos pátios para verificação de possíveis não conformidades e o monitoramento dos resíduos perigosos e não perigosos.

3. RESULTADOS

A unidade da empresa Transfluv avaliada nesse estudo atua no transporte por navegação interior de carga, intermunicipal, interestadual, internacional, e recebimento de navio. Trata-se de uma empresa de grande porte com cerca de 543 funcionários. A empresa está adaptando o sistema de gestão ambiental a sua planta, além disso é estabelecida pela ABNT NBR ISO 14001, cujo objetivo é desenvolver hábitos sustentáveis no processo produtivo, reduzir riscos, acidentes ambientais e diminuir gastos, assim elaborando relatórios de inspeção ambiental nos setores administrativos e operacionais para identificar a eficiência dos métodos aplicados.

3.1. ASPECTOS DETECTADOS NO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL DA EMPRESA.

A implantação do SGA na empresa ocorreu em menos de um ano, tendo início em janeiro de 2023. Inicialmente foi realizado um plano de ação e mapeamento de todos os setores, identificando assim os principais aspectos e impactos gerados por cada atividade realizada e como elas prejudicam o meio ambiente. Os setores são divididos em administrativo (recepção, recursos humanos e administração), manutenção de autos, frota, manutenção do píer, meio ambiente, ambulatório, navegação, refeitório e armazém. Conforme Quadro 1, a identificação dos aspectos e impactos de cada setor é feita para poder estabelecer métodos de controle, monitoramento e soluções corretivas para minimizar possíveis impactos.

Quadro 1: Identificação de aspectos e impactos.

SETORES	ASPECTOS	IMPACTOS
Administrativo (recepção, recursos humanos e administração)	Lâmpadas, papel, copos plásticos.	Contaminação do Solo.
Manutenção de Autos	Risco de vazamento de combustíveis e derivados; Tambores de óleo;	Contaminação do Solo.
Frota	Geração de ruídos, tambores de óleo.	Poluição Sonora, desconforto aos trabalhadores; contaminação do solo e rios.
Manutenção do Píer	Luvas, resíduos metálicos de oxicorte e peças provenientes da manutenção do píer (limpeza, lavagem, varrição e resíduos de pintura);	Contaminação do solo; contaminação do rio;
Meio Ambiente	Luvas; trapos; resíduos contaminados.	Contaminação do solo.
Ambulatório	Lixo ambulatorial, papel.	Contaminação do solo.
Navegação	Vazamento de óleo; riscos de acidentes.	Contaminação de rios; Perda da vida ou de materiais.
Refeitório	Geração de resíduo orgânico (resto de comida), embalagens, copos plásticos.	Contaminação do solo e lençóes freáticos.
Armazém	Pallets (madeira), caixas de papelão.	Contaminação do solo.

Fonte: Autores (2023).

A empresa já adotava medidas de contenção para geração de resíduos sólidos antes da implantação do SGA, disponibilizando caixas coletoras para armazenamento de resíduos sólidos em todos os setores, bem como *kits* ambientais na área operacional, como medida preventiva e controle de não conformidades (derramamento de óleo). São materiais para ocorrência em solo, como tufa orgânica, pá, pó de serragem, vassoura, sacos plásticos e luvas nitrílicas. Para o controle de futuros sinistros em rios, foram fornecidos manta absorvente, barreira absorvente, sacos plásticos e luvas nítricas. Adcionalmente, no setor de manutenção do píer, a maioria dos resíduos gerados é decorrente da manutenção de soldagem das placas de ferro, limpeza, lavagem, varrição e pintura. Todos os resíduos gerados neste setor são destinados a empresas terceirizadas.

A implementação do SGA se mostra eficaz, conforme Franqueto (2019), proporcionando benefícios para empresa na economia de insumos, aumento de rendimento, economia em desperdícios, qualidade de vida no trabalho, e benefícios para o produto e serviços oferecidos (qualidade, redução de custos de embalagens e descarte, maior valor de revenda e de sucata).

3.2. PERFIL DAS AÇÕES DE MONITORAMENTO E REAPROVEITAMENTO NA GERAÇÃO DE RESÍDUOS PERIGOSOS E NÃO PERIGOSOS.

O monitoramento da geração de resíduos não perigosos é realizado em todos os setores, através de caixas coletoras (coleta seletiva), onde papel, papelão e plásticos são encaminhados a uma empresa terceirizada de reciclagem, juntamente com o resíduo orgânico decorrente do refeitório. Nas áreas externas e de extenso fluxo são colocadas caçambas para armazenamento de resíduos de grande porte (Figura 2 a, b, c), como resíduos metálicos resultantes de peças de veículos, contêiners, embarcações etc. Madeira e resíduos de construção são separados e destinados a empresas terceirizadas, classificados pela NBR 10004 como de classe II - não perigosos (A e B – não inertes e inertes).

Figura 2: Resíduos sólidos metálicos coletados, a) fita metálica; b) estruturas metálicas; c) telhas de alumínio.

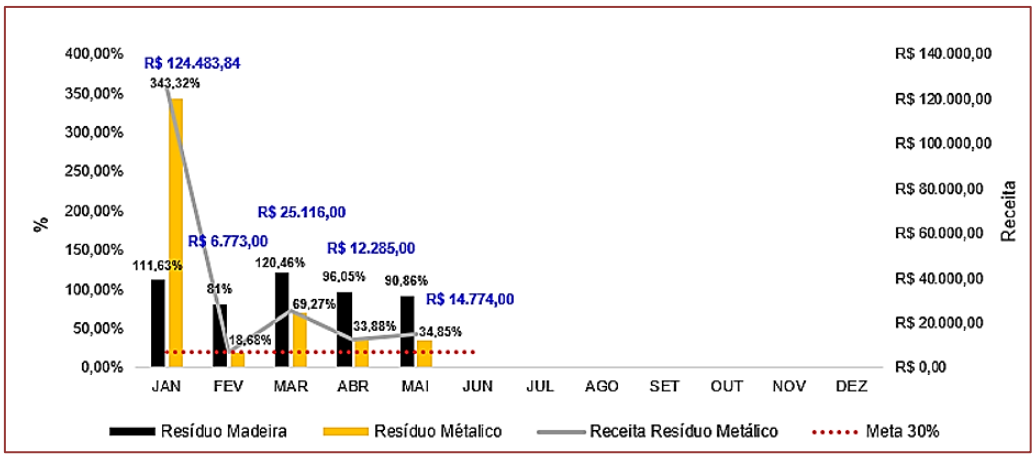
(a) (b) (c)

Fonte: Autores (2023).

O acúmulo de resíduos metálicos foi o maior no início de 2023, devido a ações de limpeza realizadas no píer, conforme o Gráfico 1, o qual indica que a sucata ferrosa, referente a caminhões velhos, placas de ferro, tambores de óleo, eixo de carros etc., gerou uma receita de R$ 124.483,84 reais somente no mês de janeiro. Esse é o resíduo com

maior retorno financeiro, pois é pesado e vendido para uma empresa terceirizada. O resíduo de madeira (pallet) é coletado e doado para empresas de reciclagem. As performances dos resíduos de madeira e resíduos metálicos tiveram uma média de reaproveitamento de 100% durante os cinco meses analisados, mostrando excelentes resultados, tendo em vista que a meta estabelecida pela empresa para reaproveitamento de resíduos foi de no mínimo de 30%.

Gráfico 1: Resíduos reaproveitáveis não perigosos no período de janeiro a maio de 2023.



Fonte: Autores (2023).

A eficiência neste processo foi decorrente da implementação de ações do setor ambiental com programa 5S, visitas *in loco* da equipe operacional para orientação quanto ao descarte e classificação correta dos variados tipos de resíduos gerados nas áreas operacionais, além de ações mensais de limpeza.

Os resíduos perigosos são classificados de acordo com a NBR 10004 como resíduos de Classe I devido a sua inflamabilidade, reatividade e toxicidade, determinados na empresa como recipientes de tinta e óleo utilizados na manutenção da empresa, óleo diesel usado, óleo queimado durante os processos em maquinários, como por exemplo caminhões (óleo hidráulico usado) e o óleo misturado, que são óleos resultantes do pátio de manutenção de veículos, com fluxo corrente até uma caixa separadora de água e óleo, onde é feita a separação, e a água é dispensada para natureza, o óleo fica armazenado, porém ainda é detectado resíduo de água e outros tipos de materiais junto ao óleo, nesse processo é feito uma avaliação mensal na qualidade de água dispensada, para verificação da eficiência da caixa separadora. Os resíduos oleosos são armazenados dentro de tambores de 200 litros (figura 3) e vendidos para uma empresa terceirizada que faz o tratamento, que utiliza o processo de rerrefino, que é a remoção de água e contaminantes leves; remoção de aditivos poliméricos, e resíduos sólidos encontrados.

O processo de rerrefino de óleos realizados pela empresa terceirizada, segundo Nascimento (2022), é uma alternativa positiva que apresenta elevado desempenho técnico, além de gerar poucos resíduos e garantir uma qualidade similar ao do óleo lubrificante novo, assim destinando corretamente a empresa consegue estabelecer a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, dando a destinação adequada aos resíduos ao final da sua vida útil.

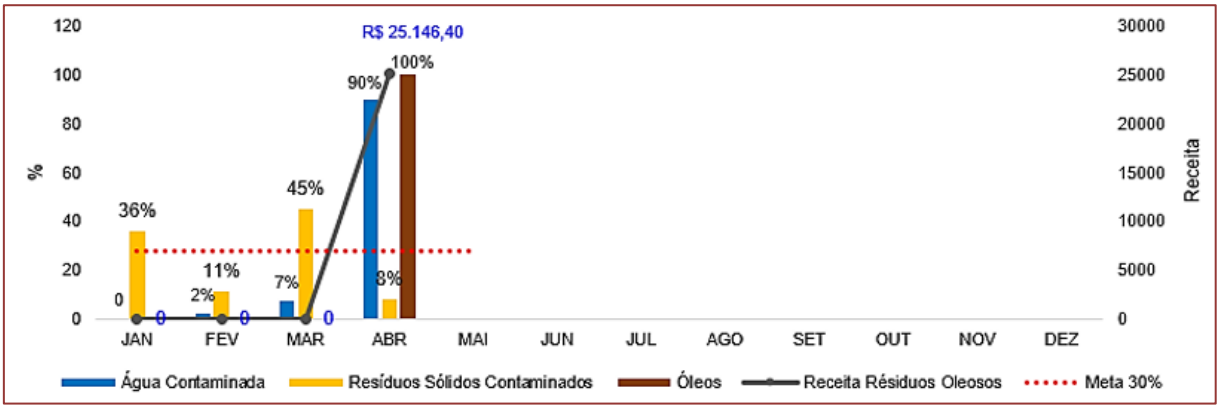
Figura 3: Sucção dos resíduos oleosos.

Fonte: Autores (2023).

As ações de continuidade e alinhamento entre os setores contribuem para a disseminação da importância de minimizar a geração de resíduos e segregação adequada nas áreas operacionais, como demonstrado no Gráfico 2, de tal forma que possam ter um impacto significativo ou não na geração de receitas. Por exemplo, a venda de óleo usado gerou uma receita de R$ 25.146,40 reais no mês de abril.

A água contaminada decorrente da caixa separadora de água e óleo teve um desempenho de tratamento mais eficiente em abril, sendo de 90% superior aos meses anteriores. Já os resíduos sólidos contaminados (recipientes de tinta e óleo usado) obteve média de 25%, referente a quatro meses analisados, esse resíduo é destinando a empresas terceirizadas para que seja incinerado. Nos quatro meses analisados, a meta de reaproveitamento e destinação foi alcançada somente com os resíduos oleosos, que teve média de 100%. O desempenho da água contaminada foi de 33% e de resíduos sólidos abaixo da meta definida de 30%, devido a não geração dos resíduos nos períodos citados referente a coleta dos resíduos oleosos somente ocorreu no mês de abril.

Gráficos 2: Resíduos perigosos destinados a empresas terceirizadas e reaproveitados.



Fonte: Autores (2023).

Analisando todos esses dados é possível afirmar, de acordo com Gurgel (2017) “o controle ambiental de resíduos e rejeitos é de extrema importância para minimização e controle de seus inúmeros impactos ambientais negativos advindos de sua disposição inadequada”.

3.3. EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO AMBIENTE COORPORATIVO DA EMPRESA.

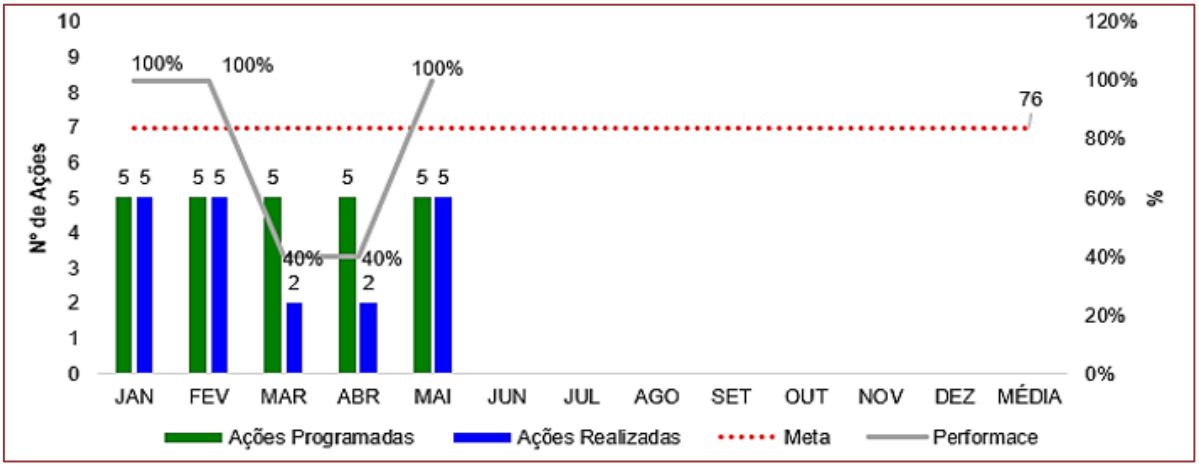
A implementação de ações ambientais como a educação ambiental e treinamentos, são necessários para assegurar a eficácia do SGA. Atualmente a empresa dispõe de treinamentos para os funcionários voltados a políticas e normas ambientais (ISO 9001 e 14001), e contenção de sinistros (derramamento de óleo em solo e no rio). Ela realizou diálogos semanais sobre o tema meio ambiente (SMA) e reuniões de alinhamento, principalmente com a equipe operacional, como forma a incentivar o cumprimento da meta, para que não haja perdas de material e destinação incorreta. A equipe de meio ambiente implantou o programa 5S nos setores – uma ferramenta promissora de organização – que estabelece os sensos de utilização (seiri), organização (seiton), limpeza (seiso), padronização (seiketsu) e disciplina (shitsuke), mantendo assim o comprometimento dos colaboradores com a rotina de organização da empresa.

Figura 4: Ações ambientais realizadas nos setores.

Fonte: Autore (2023).

As reuniões setoriais trouxeram resultado favorável quanto a esse indicador, assim como o a extensão de conteúdos disseminados nas áreas operacionais. A equipe ambiental estabeleceu 76 ações ambientais para 2023, estabelecendo uma meta de sete por mês, para introduzir a semana ambiental (SMA) todos os meses. Segundo o Gráfico 3, a equipe ambiental conseguiu programar somente 5 ações ambientais nos setores até maio e nos meses de março e abril foi possível realizar apenas duas ações nos setores operacionais (devido a questões internas da empresa). Isto não afetou a programação ambiental dos demais setores, que seguiram o plano de ação já aplicado, e a empresa está se adequando para realizar as sete ações programadas mensalmente em cumprimento das metas estabelecidas.

Gráfico 3: Ações Ambientais.



Fonte: Autores (2023).

Com a aplicação do SGA a empresa deve cumprir um roteiro de ações ambientais, certificações atualizadas e cadastradas conforme exigências legais especificas assumidas por todos os funcionários para que os objetivos e metas definidas sejam alcançadas. As licenças ambientais desta unidade são monitoradas conforme a criticidade, pois são licenças que exigem cuidado para não expirarem o prazo de vencimento, devido às áreas operacionais e fiscalizações.

Conforme cita Alves (2019), o treinamento e a educação ambiental dentro da empresa permitem, que juntos possam desenvolver um adequado comportamento ambiental em suas atividades diárias, sendo fundamental para capacitar os funcionários e promove o senso de responsabilidade e a participação na prevenção e resolução de problemas ambientais.

Gráfico 4: Licenças e certificações validadas em 2023.

Fonte: Autores (2023).

A base do Setor Ambiental monitora com periodicidade e critérios de maior importância para o cumprimento de condicionantes, que exigem certificações e aprovações dos órgãos. A maioria das certificações tem data de validade de um ano, tendo prazo de atualização até 31/03 de cada ano, segundo o Gráfico 4, atualizado com data de 03/06/2023, demonstra que 19 licenças foram renovadas dentro do período de validade e 3 licenças foram renovadas fora do período de validade devido ao grau de criticidade ser menor, pois não afetam o processo da empresa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas práticas e ações ambientais realizadas pela empresa, conclui-se que a estruturação ambiental é de extrema importância para que a implantação do SGA seja seguida de acordo com as políticas ambientais estabelecidas. A empresa está em fase inicial de implantação do sistema de gestão e já tem um grande retorno nas ações tomadas para otimizar o processo, como estruturar uma comunicação com os setores, conscientizar, capacitar os funcionários com responsabilidade ambiental e treinamentos, sobretudo nos setores operacionais, que, conforme os dados analisados, são eficientes na destinação correta dos resíduos contaminados e não contaminados, minimizando a geração de resíduos e tendo grande sucesso nas tratativas para dispô-los de forma segura, gerando grande retorno financeiro dos resíduos metálicos e óleos contaminados, além de reduzir os resíduos sólidos acumulados na área operacional.

A atividade da empresa mostra o potencial risco da atividade ao meio ambiente e cumprir a legislação ambiental é fundamental para haver segurança ambiental e da população. O monitoramento é fundamental na implementação das práticas e ações ambientais, assim como sempre buscar ferramentas de aprimoramento para que a eficiência do sistema seja mantida.

REFERENCIAS

[1] ALVES, N.; QUEIROZ, L. M. Responsabilidade ambiental e administração. Cadernos de Gestão e Empreendedorismo, v. 11, n. 1, pp. 1-13, 2023. < https://doi.org/10.32888/cge.v11i1.57122>

[2] ALVES, V. S. S. **Um olhar geográfico sobre a educação ambiental empresarial no supermercado pão de açúcar**, Teresina PI. Universidade Estadual do Piauí – UESPI, v. 24, n. 1, 2019.

[3] BACKES, B. R.; KUREK, J.; HOOSE, A. Sustentabilidade no Setor Industrial: Uma Análise das Empresas no Município De Passo Fundo (RS). Revista CIATEC – UPF, v.14, n. 2, pp.16-26, 2022.

[4] BEZERRA, P. R. C.; CRUZ, H. C.; MARTINS, W. C.; OLIVEIRA, Y. X. P. Transportes modais utilizados na importação e exportação de mercadorias no Rio Grande do Norte. Anais Congresso Internacional de Administração. pp. 1-12, 2022.

[5] BORTOLON, N. P.; BRAUN, S. Análise do uso de certificações ambientais para as obras da Companhia Águas de Joinville. *Revista Brasileira De Iniciação Científica*, v. *9*, e022003, 2022. <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rbic/article/view/389>

[6] BRASIL, **Lei Nº 9.966, De 28 De Abril De 2000**. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2000. Disponível em < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9966.htm#art35 > acessado em junho de 2023.

[7] BRASIL. **Instrução Normativa 5, de 09 de maio de 2012**. Dispõe sobre o procedimento transitório de autorização ambiental para o exercício da atividade de transporte marítimo e interestadual, terrestre e fluvial, de produtos perigosos. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2012. Disponível em < https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=127144 > Acessado em junho de 2023.

[8] BRASIL. Norma Brasileira - ABNT NBR 10004, Resíduos sólidos – Classificação, 71 páginas, 2004. Disponível em < https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf > Acessado em junho de 2023.

[9] CAGNIN, C. H. **Fatores Relevantes na Implementação de um Sistema de Gestão Ambiental com Base na Norma ISO 14001**. Florianópolis – SC, 2000. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/78894/171165.pdf?sequence=1&isAll > Acessado em junho de 2023.

[10] CARVALHO, A. P. M. Estudo sobre as políticas e ferramentas de gestão ambiental no Brasil. Journal of Education Science and Health, v. 3, n. 1, pp. 1-14, 2023. <https://doi.org/10.52832/jesh.v3i1.199>

[11] CERUTIA, F. C.; SILVA, M. L. N. **Dificuldades De Implantação De Sistema De Gestão Ambiental (SGA) Em Empresas.** Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 7, n. 1, p. 111-119, jan./mar. 2009.

[12] GURGEL JÚNIOR, Francisco Jácome. **Panorama da gestão de resíduos em Volta Redonda/RJ. Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, n. 35, p. 35-46, dez. 2017.

[13] *GONÇALVES, E. N.; NISHI, L. F.* Responsabilidade Socioambiental Empresarial (RSAE): Lucros e bem-estar sob a Ótica do Princípio da Eficiência Econômico-Social (PEES). Percurso, v. 2, n. 29, pp. 196-224, 2019. < http://dx.doi.org/10.21902/RevPercurso.2316-7521.v2i29.3495>

[14] FERREIRA, M. A. C. **Transporte Fluvial Por Embarcações Mistas No Amazonas: uma análise do trecho Manaus-Coari e Manaus-Parintins**. Manaus, 2016. Disponível em < https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5238 > acessado em junho de 2023.

[15] FRANQUETO, R.; DELPONTE, A. A.; FRANQUETO, R. **Principais dificuldades para implantação de sistemas de gestão ambiental (SGA) nas empresa**s, Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade – v.14 n. 8 – 2019.

[16] MEDEIROS, J. T. S. **O Transporte Fluvial E O Direito À Dignidade Da Pessoa Humana na Amazônia**, Manaus, 2012. Disponível em < http://177.66.14.82/bitstream/riuea/1952/1/O%20transporte%20fluvial%20e%20o%20direito%20%C3%A0%20dignidade%20da%20pessoa%20humana%20na%20Amaz%C3%B4nia.pdf > Acessado em julho de 2023.

[17] NASCIMENTO, I. R. D. **Óleo lubrificante usado ou contaminado e resíduos associados: diagnóstico, estimativa e perspectivas de um ambiente sustentável**, Natal, RN, 2022. Disponível em < https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/46182/1/%C3%93leoLubrificante_Nascimento_2022.pdf > Acessado em agosto de 2023.

[18] REGUEIRA, T. M.; GUENTHER, M. **Educação Ambiental Aplicada À Gestão De Resíduos Sólidos No Transporte Hidroviário Urbano**, Revistaea.org, 2013. Disponível em < https://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=1703 > Acessado em junho de 2023.

[19] REZENDE, M.; ROSALEM, V.; FERNANDES, Q.; CAETANO, F.; SANTOS, A. A Certificação como elemento da vantagem competitiva. , p. 21-35 . In: Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação da Regional Catalão (2. : 2014 : Goiás) **Coletânea Interdisciplinar em Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação - Volume 3 : Engenharias, Saúde e Gestão**. Anais [livro eletrônico] / organizado por Adriana Freitas Neves, Idelvone Mendes Ferreira, Maria Helena de Paula, Petrus Henrique Ribeiro dos Anjos. São Paulo: Blucher, 2015. ISBN: 978-85-8039-113-8, DOI 10.5151/9788580391138-V3Cap2

[20] SILVA, F. B. A.; LIMA, M. C.; YANO, Y. S. Gestão do Território no Amazonas: O estado e as centralidades. Revista Tocantinense de Geografia, *[S. l.]*, v. 12, n. 27, p. 73–91, 2023. < https://doi.org/10.20873/rtg.v12i27.15660 >

[21] SOUSA, S. R., SILVA, A. **Gestão Ambiental Das Empresas Brasileiras De Navegação E Dos Portos Nacionais Que Operam Na Hidrovia Do Paraguai-Paraná**. Revista Para Onde!?, Porto Alegre, v.13, n.2, p.43-60, 2020. Especial–VII Seminário Internacional de Estudos Fronteriços. Disponível em < https://seer.ufrgs.br/index.php/paraonde/article/view/99996/56643 > Acessado em junho de 2023.

[22] SNPH – Sociedade de Navegação Portos e Hidrovias do Estado do Amazonas. **Portaria-MT nº 1.022, de 20 de dezembro de 1993**. Plano de Desenvolvimento e Zoneamento da Área Organizada do Porto de Manaus, 1993. Disponível em < https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/centrais-de-conteudo/pdz19-pdf > Acessado em junho de 2023.

Capítulo 5

Análise hidroquímica das águas de superfície em área natural e em área urbana no município de Manaus/AM

Jean Paulo de Souza Vieira
Alexandra Amaro de Lima
Didier Gastmans
Sávio José Filgueiras Ferreira

Resumo: A região Amazônica é conhecida pela maior floresta tropical úmida, pela maior bacia hidrográfica com uma densa rede de cursos d´águas, tendo o rio Amazonas como o mais extenso e o maior lançador de água no oceano, e a maior parte dessa bacia encontra-se em território brasileiro. Para a realização da pesquisa foram realizadas coletas da água ao longo da bacia hidrográfica do Educandos na região metropolitana de Manaus/AM e a bacia do igarapé Açu localizada a montante da capital, para medir alguns indicadores da qualidade da água como, pH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido (O2), demanda bioquímica (DBO); nitrito (N02-), nitrato (N03-), nitrogênio total. Os resultados das análises mostraram que por estar na área urbana o igarapé na área urbana apresentou um aumento dos indicadores de poluição da água, enquanto a natural (igarapé Açu) não mostrou alterações. Assim, o monitoramento contínuo dos corpos hídricos e a permanência da floresta são fatores importante na manutenção das características ambientais preservadas do ambiente.

Palavras Chaves: Análises físico-químicas; Poluição Ambiental; Igarapé do Quarenta.

1. INTRODUÇÃO

A água é uma substância essencial para os seres vivos. O homem, além de utilizar a água para suas funções vitais, como todas as outras espécies de organismos vivos, usa os recursos hídricos para um grande conjunto de atividades, tais como: consumo, produção de energia, navegação, produção de alimentos, desenvolvimento industrial, agrícola, econômico, lazer e turismo (VIEIRA & TRIGO, 2021). Para manter esse recurso, é de extrema importância o monitoramento e a avaliação permanente da qualidade da água, pois isso é fundamental no controle do padrão de qualidade nos mananciais (TUNDISI, 2014). Uma forma de realizar o estudo da qualidade da água é através da análise das variáveis físico-químicas, que objetiva verificar se as suas características ambientais estão nos padrões de qualidade da água estabelecidos. Entre as variáveis, podemos citar: o pH (potencial hidrogeniônico) é uma grandeza que varia de 0 a 14 e indica a intensidade da acidez (pH < 7,0), neutralidade (pH = 7,0) ou alcalinidade (pH > 7,0) de uma solução aquosa. Sendo uma variável importante e uma das mais utilizadas nas análises de água. (PARRON *et al.,* 2011).

A condutividade elétrica é uma variável analisada por meio de um instrumento chamado condutivímetro que mede o quanto de corrente elétrica a água consegue conduzir. Esta capacidade depende basicamente da presença de íons, da concentração total, mobilidade, valência, concentrações relativas e medidas de temperatura. Quanto mais ácida a água, melhor é a condução da corrente elétrica (PARRON *et al.,* 2011).

A qualidade visual e estética da água também é uma variável de análise sendo a turbidez a grandeza responsável por essa expressão. Através de um turbidímetro, a sua função é indicar a presença de materiais em suspensão que influenciam a passagem de luz na água. (PARRON *et al.,* 2011).

O Oxigênio Dissolvido mensura a quantidade de oxigênio presente na água, sendo uma variável fundamental para a sobrevivência dos seres vivos, como os peixes, os quais geralmente não resistem a concentrações de OD na água inferiores a 4,0 mg l^{-1} (KEGLEY & ANDREWS, 1998). Para determinar a sua concentração, a sua análise é feita através do método volumétrico ou potenciométrico (PARRON *et al.,* 2011). A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um bioensaio que mensura o quanto de oxigênio que os microrganismos precisarão consumir para a decomposição total da matéria orgânica presente no corpo hídrico, sendo volumétrico o seu método de análise. (PARRON *et al.*, 2011). Sobre a série nitrogenada, as variáveis analisadas nesse trabalho foram: nitrato, nitrito e nitrogênio total. O nitrato é encontrado em maiores quantidades em águas superficiais sendo que em água potável não deve ter mais do que 10 mg L-1 de NO3 - (BRASIL, 2005). O nitrito é um estado de oxidação intermediária do nitrogênio e o teor de nitrogênio total é a soma do nitrogênio amoniacal e orgânico, denominado de nitrogênio total Kjeldahl, acrescido das concentrações de nitrito e nitrato (BENEVIDES & VARGAS, 2016).

A região Amazônica é conhecida pela maior floresta tropical úmida, pela maior bacia hidrográfica com uma densa rede de cursos d´águas, tendo o rio Amazonas como o mais extenso e o maior lançador de água no oceano, e a maior parte dessa bacia encontra-se em território brasileiro. Em área de floresta primária, na microbacia hidrográfica do Igarapé Açu, não possui interferência antrópica e os seus estudos têm sido realizados para a determinação do balanço hídrico.

O município de Manaus, localizado na Amazônia Central, possui um sistema de drenagem denso e complexo, tanto em área de floresta primária quanto urbano.

Entretanto, parte da água que é utilizada para abastecimento é proveniente de água subterrânea que, em muitos casos, é devolvida sem tratamento para os igarapés (VIEIRA & TRIGO, 2021). A bacia do Educandos drena as zonas sul e leste de Manaus, possui inúmeros cursos d'água, comprometidos, o igarapé do Quarenta principal tributário, recebe efluentes industriais e domésticos que, por sua, vez desagua no Rio Negro (SILVA, 2005).

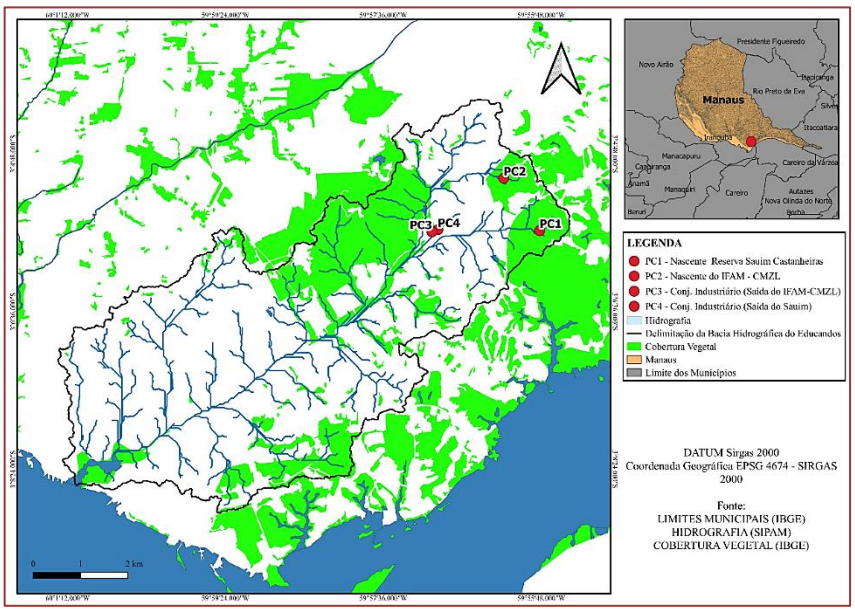
O objetivo deste trabalho é analisar as variáveis físico-químicos em 4 estações hidrológicas ao longo da bacia hidrográfica do Educandos e 1 na bacia do igarapé açu, realizando um comparativo com os resultados obtidos a fim de verificar as alterações realizadas pela influência antrópica em área urbana. A análise físico-química inicial das águas de superfícies servirá de subsídios para monitoramento dessas bacias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREAS DE ESTUDO

Este estudo foi desenvolvido em duas bacias hidrográficas localizadas no município de Manaus/AM entre os meses de agosto/2021 a junho/2022, sendo a primeira uma bacia urbana no bairro Educandos, e a segunda, em área de floresta primária, a qual tem como principal curso d`água o igarapé do Quarenta e outros tributários: Cachoeirinha, Mestre Chico, Manaus, Bittencourt, dentre outros. A área da bacia é de 46,14 km2, correspondendo a 10,22% do total da área urbana de Manaus; com perímetro de 48,11 km, 22 bairros contribuem com drenagem e 14 bairros estão totalmente inseridos na bacia (LEMOS, 2016). A Figura 1 mostra os locais de medições das variáveis físicas e químicas apresentadas neste estudo na Bacia Hidrográfica do Educandos, totalizando 4 pontos de coleta identificados como, PC1, PC2, PC3 e PC4.

Figura 1: Locais de medições das variáveis físicas e químicas na Bacia hidrográfica do Educandos com 4 pontos de coleta.

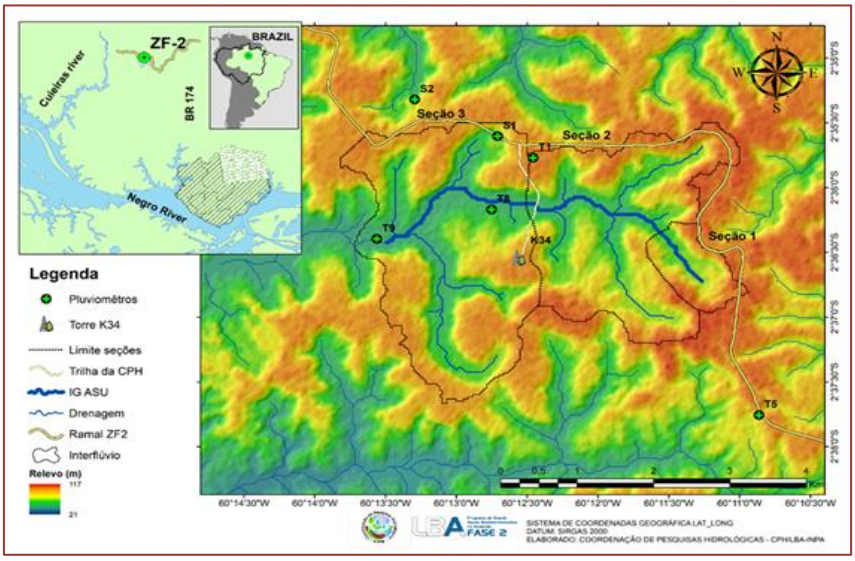


Fonte: Jean Paulo de Souza Vieira (2022)

Os pontos de coletas de amostras de água PC1 e PC2, estão situados no Refúgio da Vida Silvestre Sauim Castanheira (RVSSC) e Instituto Federal do Amazonas Campus Manaus Zona Leste (IFAM CMZL), respectivamente. Enquanto, os pontos identificados como PC3 e PC4 estão situados no Conjuntos dos Industriários (tendo o seu curso d'água afluindo no Igarapé do IFAM - CMZL) e no Refúgio da Vida Silvestre Sauim Castanheira (RVSSC).

A área de floresta primária, na microbacia hidrográfica do Igarapé Açu (PC5), está localizada na vicinal ZF-2 (Km 34), da rodovia BR-174, distando em linha reta a 50 km ao norte de Manaus. Essa área abrange aproximadamente 22.700 Km^2 e está inserida na Reserva Biológica do Cuieiras, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), apresentada na Figura 2.

Figura 2: Microbacia do igarapé Açu – ZF2.



Fonte: Alexandre Souza Bastos (2021).

Adicionalmente, foram realizadas coletas de amostras de água quinzenalmente, onde foram selecionadas quatro estações hidrológicas ao longo da bacia hidrográfica do Educandos e uma estação na bacia do igarapé Açu, A Tabela 1 mostra o local de cada estação e suas respectivas coordenadas de latitude/longitude.

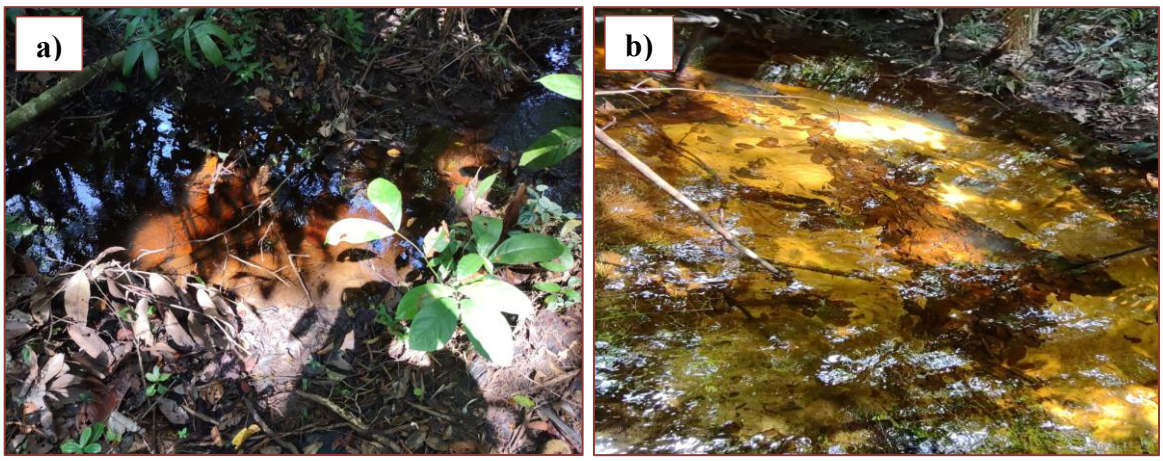
Tabela 1: Pontos de coletas (PC) com suas coordenadas geográficas.

SIGLA	LOCAL	COORDENADA	
PC1	Sauim Castanheira	S 03'094.60	W 059 930 30
PC2	IFAM ZL	S 03'084.64	W 059 937 13
PC3	Conj. Industriário (Saída do IFAM ZL)	S 03'094.84	W 059 950 75
PC4	Conj. Industriário (Saída do Sauim)	S 03'094.43	W 059 949 65
PC5	ZF2 – SEÇÃO II	S 02 36 78 3	W 60 12'26,59

Fonte: Autores (2023).

Após as coletas, as amostras foram devidamente armazenadas e encaminhas ao Laboratório de Química Ambiental (LBA/CODAM/INPA). No laboratório, foram determinados alguns parâmetros como, o pH e a condutividade elétrica para posteriormente serem filtradas para as análises físico-químicas. Para as análises físico-químicas e químicas foram utilizadas as técnicas metodológicas apresentadas em Golterman & Clymo (1971); Golterman (1978) e Strickland & Parsons (1968). O pH foi determinado utilizando um potenciômetro; condutividade elétrica por condutometria; turbidez por turbidimetria; oxigênio dissolvido (O_2), demanda bioquímica (DBO) por titulometria; nitrito ($N0_2^-$), nitrato ($N0_3^-$), nitrogênio total por espectrofotometria.

Figura 3: a) Igarapé da Reserva do Sauim Castanheiras; b) Igarapé da Microbacia do igarapé Açu – ZF2.

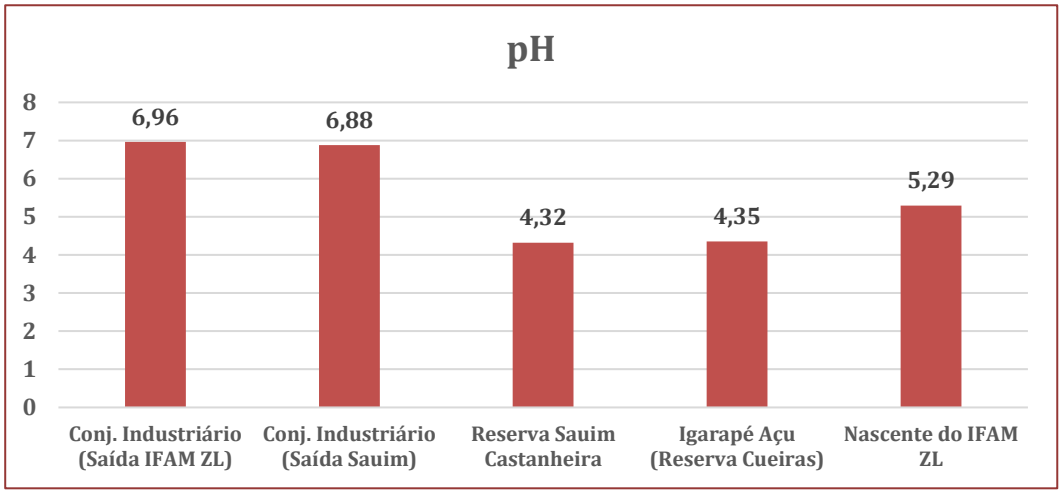


Fonte: Alexandre Souza Bastos (2021).

3. RESULTADOS

A Amazônia Central é constituída por igarapés de águas pretas, tais como o Rio Negro, sendo estas águas caracterizadas pela natureza geológica da área de drenagem que a constitui, além da cor, características físicas e químicas, as águas pretas possuem outras características peculiares, dentre elas, baixa condutividade (entre 6,0 e 12,0 µS/cm), pH ácido (entre 4,0 e 5,5) (LEENHEER e SANTOS, 1980). Contudo, é notável a diferença entre os resultados, visto que o Igarapé do Sauim Castanheira, o Igarapé Açu e a Nascente do IFAM (CMZL) são áreas naturais, com baixíssima interferência antrópica e com um alto índice de matéria orgânica no ambiente, influenciando diretamente o pH e a Condutividade Elétrica da água.

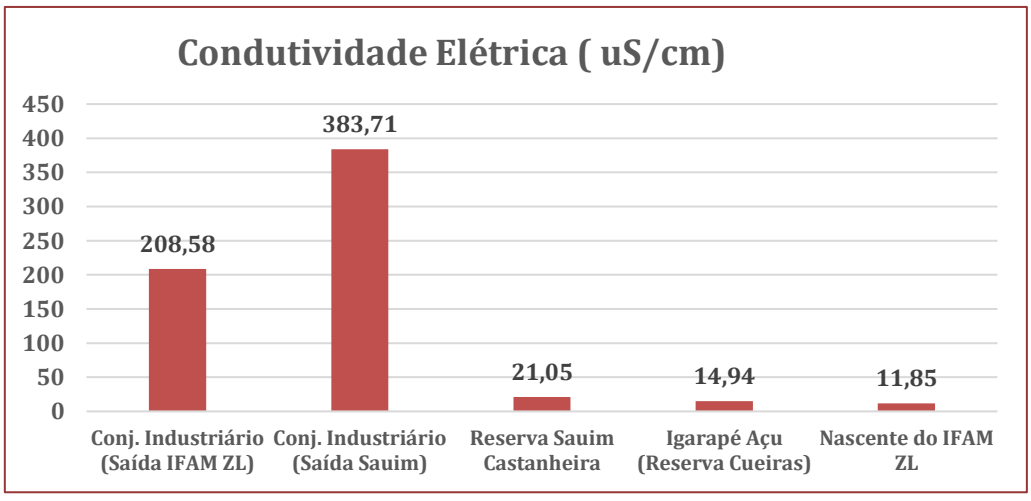
Gráfico 1: pH da água nos pontos de coleta.



Fonte: Autores (2023).

Entretanto, nas áreas urbanas, tais como os pontos de coleta do Conjunto dos Industriários, o pH das amostras estão aproximadamente no neutro (pH = 7) enquanto a condutividade elétrica com a média mais alta é 383,71 µS/cm, como é possível verificar no Gráfico 1 e 2. Esses dados sofrem influência direta com a presença de metais pesados e a elevada concentração de íons na água, e isso acontece pois os igarapés do Conjunto dos Industriários analisados estão localizados em uma Área Urbana no perímetro da Zona Franca de Manaus, portanto os pontos de coleta citados possuem constantes lançamentos de esgoto doméstico e principalmente efluentes industriais não tratados.

Gráfico 2: Condutividade elétrica da água nos pontos de coleta.

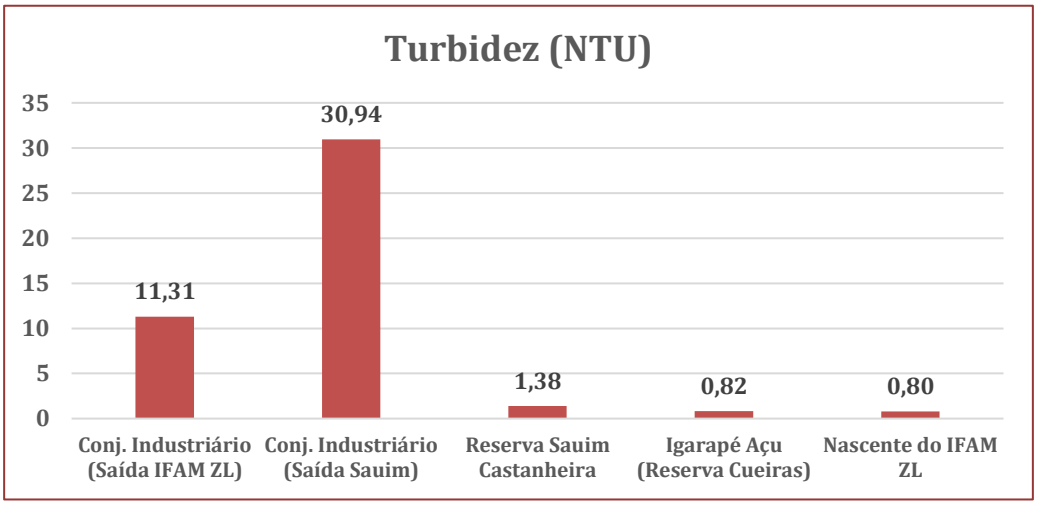


Fonte: Autores (2023).

A turbidez na água é causada por materiais em suspensão, tais como: argila, silte, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, compostos orgânicos solúveis coloridos, plâncton e outros organismos microscópicos (PARRON *et al.,* 2011). Contudo,

os igarapés do Conjunto dos Industriários analisados possuem uma elevada turbidez devido ao impacto direto do lançamento de esgoto e efluentes gerados pelas indústrias instaladas ao redor do local, como mostra o Gráfico 3. Ao contrário nos igarapés em Área Natural, como o da Reserva do Sauim Castanheira, IFAM (CMZL) e Igarapé Açu (Reserva Cuieiras) que possuem a sua variável preservada pois não há interferência antrópica (Gráfico 3).

Gráfico 1: Turbidez da água nos pontos de coleta.

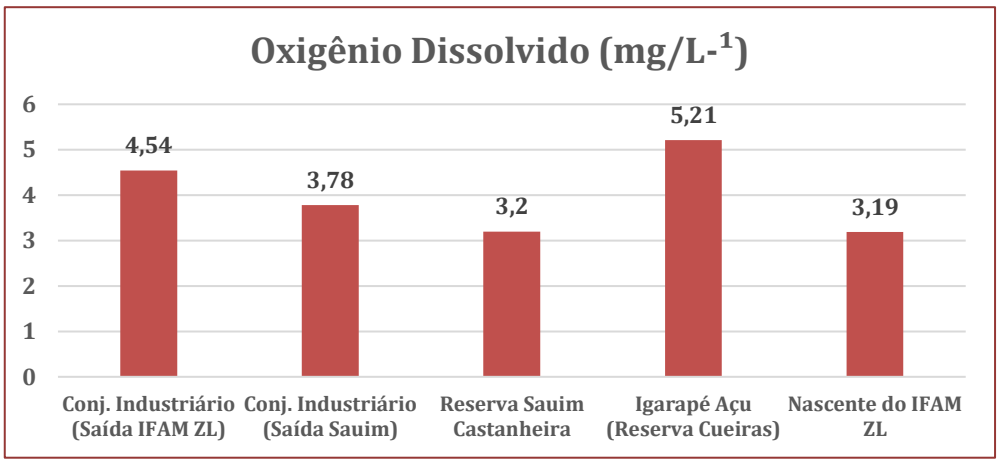


Fonte: Autores (2023).

Igualmente analisados nas áreas de estudo, o Oxigênio Dissolvido (OD) e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5) são variáveis inversamente proporcionais. Entretanto, os dados de DBO presente nas áreas urbanas foram elevados, com valor máximo de 90,64 mg/L (Gráfico 5). Ao mesmo tempo, um decréscimo no OD da água superficial pode ocorrer quando a temperatura da água se eleva ou quando ocorre eutrofização no corpo hídrico (CLESCERI *et al.,* 1999).

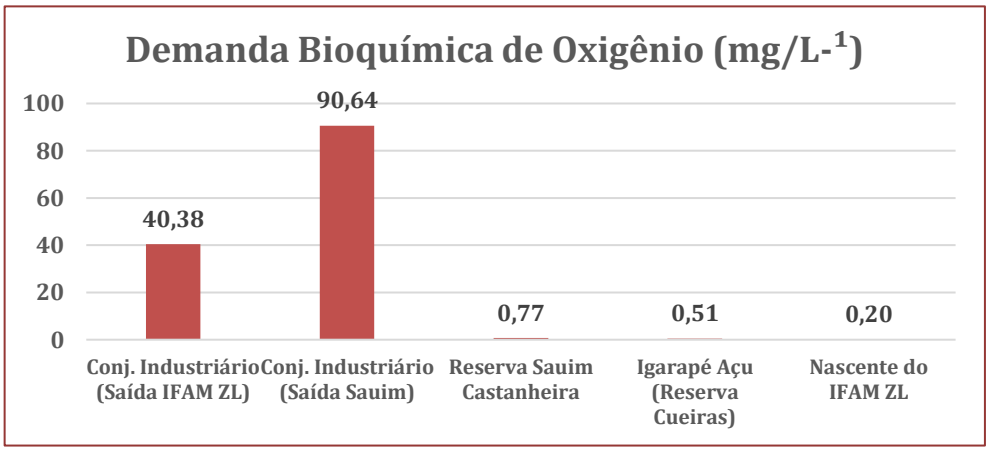
Realizando o comparativo do Oxigênio Dissolvido presente nas áreas urbanas e naturais (Gráfico 4), é notável que a quantidade de Oxigênio Dissolvido nos igarapés do Conjunto dos Industriários é superior quando comparamos com o igarapé da Reserva do Sauim Castanheira e da Nascente do IFAM (CMZL), mesmo sendo um ponto de coleta altamente degradado ambientalmente. Isso possa ser devido a vazão do curso d'água dos igarapés do Conjunto dos Industriários é elevada quando comparada às áreas naturais, gerando aeração, possibilitando Oxigênio Dissolvido na água e, consequentemente, elevando o teor de DBO presente no curso d'água, conforme apresentado no gráfico 05. Os resultados da vazão no IFAM da Zona Leste (VZ2), variaram de 0,002 a 0,085 m^3/s. Na Reserva Refúgio Sauim Castanheiras (VZ1) os valores de vazão variaram de 0,009 a 0,403 m^3/s. No Conjunto dos Industriários, com valor mais alto igual a 0,679 m^3/s (VIEIRA et al, 2021).

Gráfico 4: Oxigênio Dissolvido da água nos pontos de coleta.



Fonte: Autores (2023)

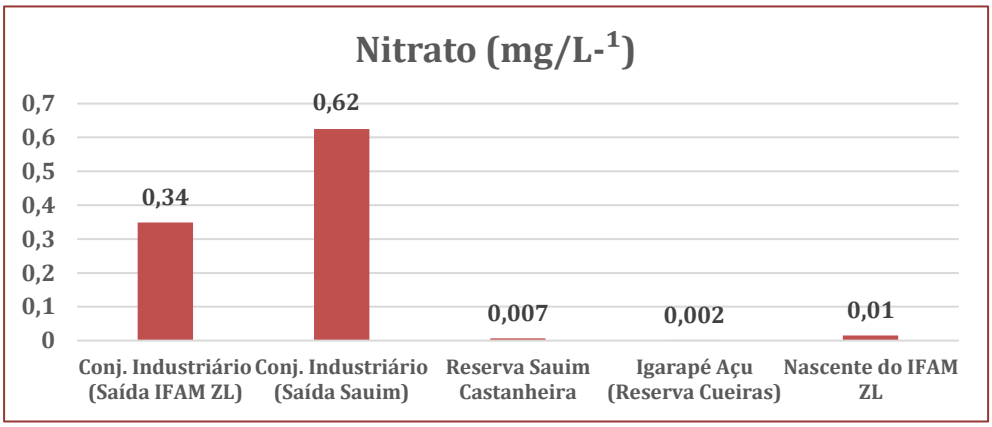
Gráfico 5: Demanda Bioquímica de Oxigênio da água nos pontos de coleta.



Fonte: Autores (2023).

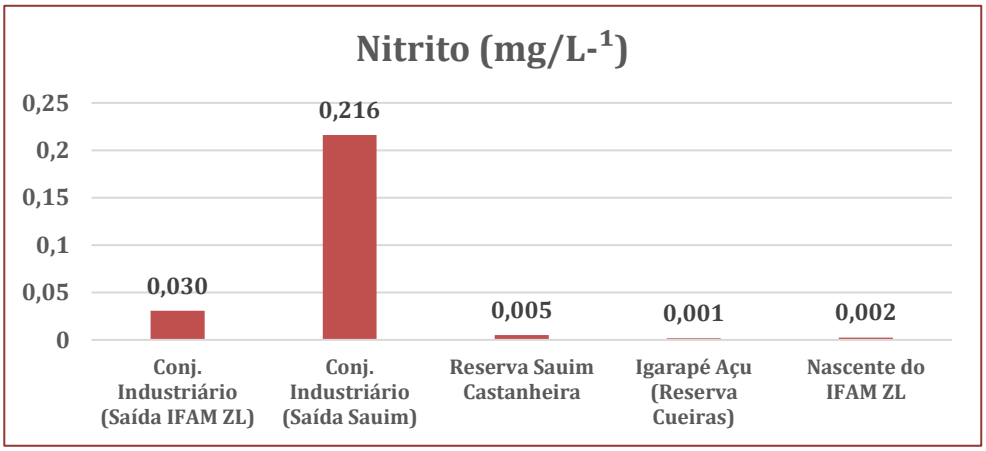
No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado sob diferentes formas: nitrogênio molecular, nitrogênio orgânico, nitrato, nitrito e amônio (PARRON et al., 2011). Conforme os resultados obtidos nos Gráficos 6, 7 e 8, é notável que as características ambientais das variáveis de série nitrogenada ficaram estáveis, sendo o igarapé do Conjunto dos Industriários (Saída Sauim) com a maior quantidade da variável citada apresentando máximos de 6,49 mg/L-^{1}, afinal os seus cursos de água estão degradados, devido à forte influência antrópica, lançamento de esgoto e ao despejo de efluentes industriais provenientes das empresas no igarapé citado e o igarapé da Reserva do Sauim com a maior quantidade listada quando comparada com as outras áreas naturais, 0,43 mg/L-^{1}. A mesma era uma área de fazenda que no qual teve a sua floresta primária desmatada. Provavelmente, a quantidade de nitrogênio presente na Reserva do Sauim seja superior quando comparada as outras áreas naturais devido a aplicação de fertilizantes no solo, sendo lixiviado pela chuva até o ponto de coleta analisado.

Gráfico 6: Nitrato da água nos pontos de coleta.



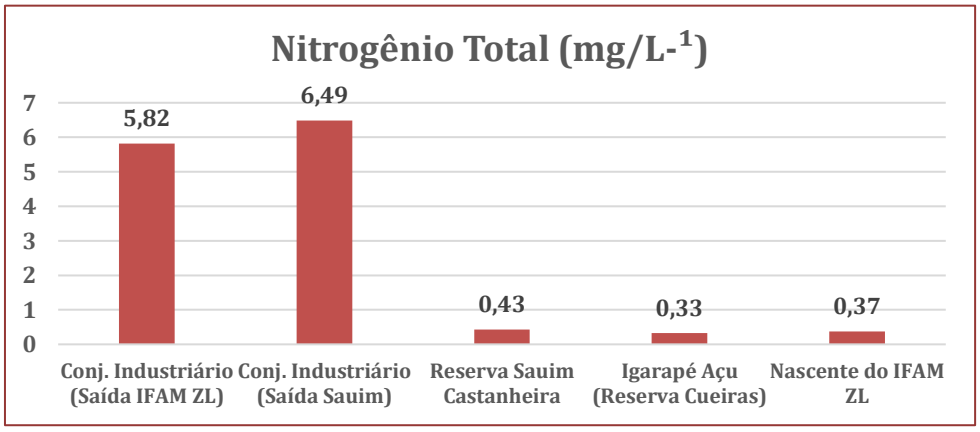
Fonte: Autores (2023).

Gráfico 7: Nitrito da água nos pontos de coleta.



Fonte: Autores (2023).

Gráfico 8: Nitrogênio Total da água nos pontos de coleta.



Fonte: Autores (2023).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um estudo hidroquímico das águas superficiais em cinco igarapés no município de Manaus, tanto na área urbana como em floresta primária, através de análises físico-químicas. Assim, foi possível observar que o Conjunto dos Industriários é uma área ambientalmente degradada, especialmente o curso de água que tem como nascente no Refúgio de Vida Silvestre Sauim Castanheira.

Os resultados também mostram que, embora a nascente do IFAM e a reserva do Sauim Castanheira estejam localizadas dentro da cidade de Manaus, os resultados das variáveis analisadas não apresentam uma diferença significativa quando comparado a uma área de floresta primária como o igarapé açu, na reserva biológica do Cuieiras (ZF-2), comprovando que é possível a preservação ambiental em uma área urbana.

Contudo, o trabalho ressalta a importância do Monitoramento Contínuo das bacias hidrográficas, e, a permanência da floresta, pois mantêm as características ambientais preservadas do ambiente.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio recebido no âmbito do projeto “Análise Hidroquímica das águas de superfície em área natural e em área urbana no município de Manaus/AM”, Programa PIBIC/CNPq. Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, por conceder bolsa ao primeiro autor no Programa de Iniciação Científica (PIBIC-INPA), apoio logístico, material técnico e de consumo para o desenvolvimento das pesquisas, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS), por permitir a entrada no Refúgio da Vida Silvestre Sauim Castanheiras para coleta de amostras de água e ao Programa de Grande Escala Biosfera-Atmosfera (LBA), coordenado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), pela utilização e disponibilização de dados, apoio logístico e infraestrutura durante as atividades de campo.

REFERÊNCIAS

[1] BENEVIDES, A, P, P; VARGAS, R, R. Análise físico-química em amostras de águas da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Tanque Grande. Revista Educação, v. 11, n. 3, p. 51, 2016. Disponível em: < http://revistas.ung.br/index.php/educacao/article/view/2452/1915>

[2] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências. Diário Oficial [da] União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63. Disponível em: < https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-no-357-de-17-de-marco-de-2005/view#:~:text=Dispõe%20sobre%20a%20classificação%20dos,efluentes%2C%20e%20dá%20outras%20providências.>

[3] CLESCERI, L.S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard Methods for the examination of water and wastewater.** 20th. Ed. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 1325p. 1998. < https://www.astm.org/products-services/standards-and-publications/standards/water-testing-standards.html?gclid=Cj0KCQiAm4WsBhCiARIsAEJIEzWFQaEOxsZhWgGoGTHJrlGUM3NlaMcCQJ_iGDXu3ZR0Z8aJNR246jIaAlrcEALw_wcB>

[4] GOLTERMAN, H. L; CLYMO, R. S. **Methods for Chemical - Analysis of Fresh water. Oxford, Blackwell Scientific Publication**. 160p, (IBP HandbooK, 8). 1971.

[5] GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods Physical and Chemical Analysis of Fresh water**. Oxford, Blackwell Scientific Publication. 213p. 1978.

[6] KEGLEY, S. E.; ANDREWS, J. **The chemistry of water. Sausalito**, CA: University Science Books, 1998. 167p

[7] LEMOS, L. S. M. **Áreas de risco nas bacias hidrográficas urbanizadas de Manaus**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 262p. 2016. Disponível em: < http://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5221>

[8] LEENHEER, J. A.; SANTOS, U. M. **Considerações sobre os processos de sedimentação na água preta ácida do rio Negro (Amazônia Central).** Acta Amazônica, v.10, n. 2, p.343-355, 1980. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/1809-43921980102343>

[9] PARRON, L.M; MUNIZ, D.H.F, PEREIRA, C.M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** 2011. Disponível em: < https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/921050/manual-de-procedimentos-de-amostragem-e-analise-fisico-quimica-de-agua>

[10] SILVA, R.K.B.; CUNHA, H. B.; SILVA, M. S. R. **Efeitos das Drenagens sobre a Hidroquímica das águas do Rio Negro, Orla de Manaus (AM).** Anais do III Congresso De Estudantes E Bolsistas do Experimento LBA. 2005. Disponível em: < https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/29599>

[11] SIOLI, H.; KLINGE, H. **Solos, tipos de vegetação e águas na Amazônia.** Boletim do Museu Paraense Goeldi, 1:1-18. 1962. Disponível em: < http://editora.museu-goeldi.br/naturais-old/edicao/Naturais_V14N1_baixa.pdf>

[12] STRICKLAND, 1. D. H. & PARSONS, R. **A practical Handbook of Seawater analysis**. Fish. 311p. (Res. Board Canada Bill. 167). 1968.

[13] TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências Editor: Academia Brasileira de Ciências, ISBN: 978-85-85761-36-3, 2014. Disponível em: < https://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-5923.pdf>

[14] VIEIRA, ET AL. **Hidrologia Superficial em Área de Floresta Primária e em Área Urbana no Município de Manaus**. Projeto de Iniciação Científica, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Amazonas. 2021.

Capítulo 6

Análise dos resíduos sólidos gerados por uma refinaria no estado do Amazonas

Izabella Araújo Rachid
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: As refinarias possuem uma atividade altamente poluidora, assim como as demais atividades da cadeia produtiva do petróleo, seja tanto pelo grande volume quanto pela concentração dos seus rejeitos que são ejetados para a atmosfera, efluentes líquidos e resíduos sólidos. Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar os resíduos gerados de uma Refinaria, localizada na região norte do Brasil do ponto de vista quali-quantitativa. Na análise do gerenciamento dos resíduos sólidos feita foram apontados a origem e o período de geração, armazenamento, tratamento e disposição final. Após verificar os dados dos resíduos catalogados e inseridos em controle eletrônico interno, foi realizado o acompanhamento de todos os processos nas unidades existentes na Refinaria-AM incluindo as administrativas. Constatou-se que os resíduos de classe I e II correspondendo a 100% dos resíduos gerados eram destinados ao aterro municipal até o início da pesquisa, exemplo disto são os resíduos biodegradáveis de cozinha e cantinas da qual foi proposto encontrar outras formas de reutilização, como para compostagem que transforma a matéria orgânica encontrada no lixo em adubo natural, sendo descrito na pesquisa que foram adotados para todos os resíduos os tipos de tratamento mais adequado.

Palavras-chave: Gestão Ambiental, Resíduos sólidos, Refinaria.

1. INTRODUÇÃO

A indústria produz diariamente uma vasta diversidade de resíduos sólidos durante o seu processo produtivo. Contudo, algumas delas possuem gerenciamento para os resíduos produzidos, evitando os desperdícios de matéria prima, além de aprimorar a sua produção e preservar o meio ambiente (DE SOUZA *et al.,* 2021). Os custos financeiros das indústrias com o gerenciamento dos resíduos sólidos e a preservação do meio ambiente podem ser altos, porém, um bom plano de gerenciamento de resíduos sólidos e o cumprimento da legislação, mitigam gastos desnecessários (ROQUE *et al.,* 2021).

No Brasil a implantação da Lei Federal nº 9.605 (1998) de crimes ambientais responsabiliza o poluidor pelos seus resíduos e sua correta destinação, das quais empresas e órgãos ambientais tem se aprimorado no gerenciamento desses resíduos, no entanto essa situação possui uma fraca fiscalização em termos legais e práticos dos setores públicos e privados.

Todavia, a irregularidade no descarte dos resíduos sólidos segundo Moreira (2022), gera danos irreparáveis ao meio ambiente, desta maneira, é necessária a compreensão das leis e políticas públicas vigentes, aplicadas pelas indústrias do país. De acordo Valerio *et al.,* (2021), as indústrias estão cada vez mais voltadas às questões ambientais, tornando-o um fator de competição e qualidade no comércio, permitindo que as empresas que praticam a sustentabilidade ambiental estejam a frente daquelas que não as incluem essas práticas na sua produção.

Para tanto existem regulamentos e legislações que auxiliam no gerenciamento desses resíduos sólidos. Com isso, as indústrias estão empenhadas em desenvolver planos de gerenciamento dos resíduos sólidos com mais responsabilidades e cuidados para que haja continuidade na produção e preservando o meio ambiente. Com base no artigo 9º da Lei 12.305 de 2010, da Política Nacional dos Resíduos Sólidos que designa que apenas os resíduos que não possuem qualquer tipo de aproveitamento serão destinados a disposição final. Os resíduos sólidos possuem propriedades e características físicas, químicas e biológicas bem distintas a depender da sua fonte ou atividade geradora e são classificados de acordo com seu grau de periculosidade, sendo duas classes: classe I – perigosos e a classe II – não perigosos.

Segundo Santana (2020) as indústrias que geram maiores quantidades de resíduos de grande risco ao meio ambiente são as indústrias do ramo de operações e refino de petróleo, seu grau de risco é determinado pela quantidade de operações atreladas na composição da matéria prima e da variedade de produtos.

Na indústria petrolífera, o refino de petróleo está entre as atividades energéticas que possuem alto índice no impacto ambiental, tanto pelo seu volume, quanto pela concentração e toxidade de seus resíduos (FRANQUETO *et al.,* 2018). Atentando que seus constituintes atribuem elementos tóxicos como chumbo, mercúrio e etc, compostos orgânicos como os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA's) e compostos inorgânicos entre eles o ácido sulfúrico e a amônia. Onde seu processo encadeia na geração de resíduos sólidos, dos quais alguns destes possuem características de alta periculosidade e podem agredir o meio ambiente (SILVA *et al.,* 2019).

Para uma gestão de resíduos sólidos apropriados é essencial obter e seguir uma sequência de estágios que vai do início da coleta dos resíduos até a sua disposição final, considerando que esta junção seja habilitada em promover as etapas seguintes de acordo com as diretrizes do desenvolvimento sustentável (SOUZA, 2019).

Todavia, os resíduos sólidos gerados pelas refinarias são em sua maioria classificados com perigosos sendo eles, as borras oleosas, os catalisadores gastos e os lodos das estações de tratamento de efluentes, assim como as borras que se depositam no fundo dos tanques de armazenamentos são resíduos sólidos oleosos e detém em sua composição uma variedade de contaminantes em destaque os policíclicos aromáticos de hidrocarbonetos e metais pesados (JAGABA, 2022).

As indústrias com o foco de rentabilizar a gestão de matéria prima e de redução dos impactos ambientais buscam adotar o SGA (Sistema de Gestão Ambiental). Dentro do programa SGA há um instrumento de controle chamado ISO serie 14000, que dispõe as diretrizes para a implantação de um SGA e alcançar a redução do desperdício e consequentemente os impactos ao meio ambiente (SILVA, 2022).

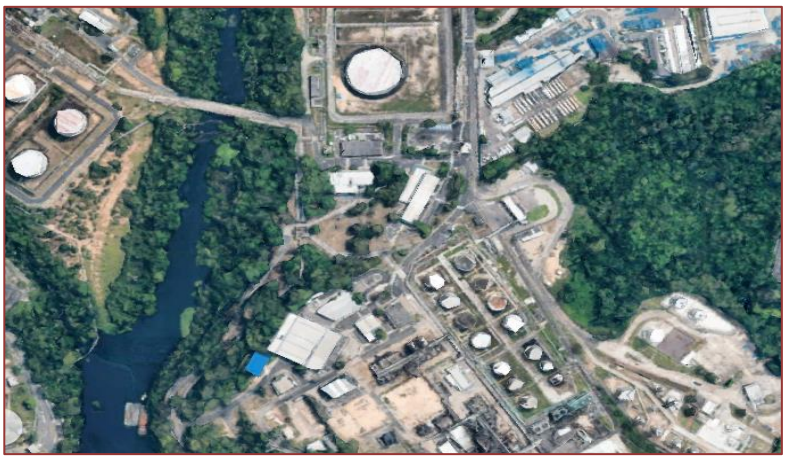
Dado o exposto esta pesquisa visa caracterizar os resíduos gerados de uma Refinaria, localizada na região norte do Brasil, este estudo foi norteado pela metodologia qualitativa e quantitativa que englobou a coleta de dados descritivos através do contato direto do pesquisador com a situação a ser estudada (GODOY, 1995). Deste ponto de vista quali-quantitativa, foi verificada a destinação e disposição final, além de sugerir outros meios de reaproveitamento para alguns resíduos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma refinaria de natureza privada localizada no Distrito Industrial de Manaus, próximo ao ponto turístico do Encontro das Águas (Figura1). Suas atividades acontecem 24h por dia e atualmente possui 353 funcionários divididos em três turnos e tem capacidade de processar 7 milhões e 300 mil litros de petróleo por dia equivalente a 46 mil barris por dia, sendo referência no segmento de petróleo e gás da região norte.

A refinaria em questão possui uma equipe técnica ambiental responsável por desenvolver programas de educação e conscientização ambiental, e realizar a separação dos resíduos por grupos de acordo com a NBR – 10.004/04 da ABNT. E todos os resíduos sólidos oriundos da Refinaria-AM, são destinados de forma a causar o menor impacto ao meio ambiente e a comunidade que vive em torno dela.

Figura 1: Vista aérea da Refinaria-AM.



Fonte: Google Earth (2015).

2.1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa buscou compreender o estado atual da gestão dos resíduos sólidos gerados pela refinaria e apresentá-la de forma descritiva, os tipos e quantidades dos resíduos gerados, o tratamento realizado e destinação final, sendo realizado durante os meses de janeiro a junho de 2023. Para isso, a análise foi dividida em duas etapas: observação direta através de visita *in loco* nos setores da Refinaria-AM, observando as características dos resíduos gerados, seu acondicionamento, armazenamento, reutilização, setores com maior geração e destinação final. E uma segunda etapa, onde foi realizada uma análise documental nos registros do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) disponibilizados pela refinaria no software onde constam todos os documentos internos e externos, para assim, realizar a caracterização quali-quantitativa dos resíduos oriundos da refinaria.

O instrumento de observação direta seguiu um roteiro previamente determinado, de acordo com os setores e os processos realizados na refinaria, desde área administrativa até a produção, classificando resíduos perigosos e não perigosos, também foi identificado o peso dos resíduos dos setores e processos.

A quantidade de Resíduos Sólidos (RS) produzida diariamente é pontuada por meio do setor de coleta seletiva implantada no local, o que facilitou a obtenção das informações necessárias. Após, foi realizada a triagem e a pesagem dos resíduos, onde foram identificados e destinados aos seus locais apropriados para posterior descarte, este setor é denominado de Central de Tratamento de Resíduos (CTR). A Refinaria-AM possui uma equipe técnica responsável em realizar a triagem e o correto acondicionamento dos RS que chegam até a CTR. Além disso, os funcionários terceirizados realizam a coleta dos coletores instalados pela refinaria, identificando-os os tipos de cada resíduos e os encaminha até o setor de triagem. Finalizada a etapa anterior, foi realizada a triagem e pesagem dos resíduos que são registrados no banco de dados eletrônico da refinaria, o que auxilia no controle da quantidade dos resíduos gerados em cada setor da empresa.

A totalidade dos resíduos sólidos gerados foi caracterizada por um período de seis meses, sendo identificados 92 tipos de resíduos sólidos e classificados em 24 grupos de acordo com a legislação NBR 10.004. Os valores quantitativos serão tabelados e discutidos na seção seguinte como resultados.

3. RESULTADOS

Nesta seção, serão apresentados os resultados mais relevantes da pesquisa realizada em uma refinaria em funcionamento na cidade de Manaus-AM, que devido a confiabilidade foi denominada de Refinaria-AM. Primeiramente, os resíduos foram destinados ao setor CTR, aonde foram coletados e pesados, classificados e acondicionados para posterior destinação final. Todo esse processo, assim como a inserção dos dados no sistema eletrônico é um procedimento diário, desenvolvido tanto para os resíduos perigosos quanto para os não perigosos.

A Refinaria-AM possui uma grande e vasta área de produção com uma variedade no grau de geração de resíduos, por isto a análise foi feita a partir de áreas/setores com maior demanda e geração de resíduos, sendo apresentado nesse estudo apenas os setores em que foram observadas a maior geração (Tabela 1). O prédio da administração da Refinaria-AM é divido por vários setores como por exemplo, compras, fiscal, regulatório, otimização, facilities (infraestrutura e transporte), comercialização, ambulatório (todos

da saúde, médicos, enfermeiros, psicólogo, nutricionista, dentre outros), operações (setor administrativo de toda parte operacional), refino, recursos humanos, comunicação/marketing, dentre outros, sendo verificado que os resíduos de papel/papelão, plásticos e rejeitos são quase que a totalidade da geração.

O galpão da manutenção Industrial é composto majoritariamente por uma empresa terceirizada voltada para manutenções em geral da planta e próprios que trabalham com as mesmas demandas, notado in loco que a geração foi composta predominantemente por resíduos perigosos, como luvas contaminadas, mantas absorventes, trapos contaminados, filtros de óleo, panos de limpeza, vestuário de proteção e outros. O SMS é o setor voltado à segurança do trabalho, meio ambiente e saúde, todavia foi averiguado que apenas segurança e meio ambiente ficam no mesmo prédio, pois o setor da saúde está localizado no prédio da administração, sendo assim, a geração de resíduos apurados para este setor foi de papel/papelão, plásticos, rejeitos e orgânico, devido a copa disponibilizada para as refeições dos colaboradores de turno. A Estação de Tratamento de Despejos Industriais (ETDI) fica localizada próximo ao SMS e o maior resíduo gerado é o Lodo Industrial.

Tabela 1: Unidades que mais contribuem na geração de resíduos da Refinaria-AM.

Prédio da administração
Galpão da manutenção Industrial
SMS
ETDI

Fonte: Autores (2023).

3.1. LEVANTAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA REFINARIA-AM

Primeiramente buscou-se entender a necessidade de descarte dos resíduos como forma de conhecer o fluxo e levantar as informações com os funcionários, etapa esta crucial para a atual gestão. Para isto, de acordo com o calendário anual das campanhas relacionadas ao meio ambiente, foi imprescindível ir até os setores presencialmente fazer a divulgação/convite dos eventos internos (ocorrem uma vez ao mês com temas relacionados a conscientização ambiental sendo temas variados, mas todos com enfoque em resíduos), juntamente alinhado com a verificação das dúvidas/questões quanto a coleta seletiva, e assim, compreender como a demanda da geração de resíduos acontece.

A partir do levantamento inicial *in loco*, foi desenvolvida uma pesquisa no banco de dados eletrônico da refinaria e entendimento do funcionamento da rotina de coletas dos resíduos para identificar e determinar os principais e variados tipos listados na Tabela 2. Assim, foram classificados segundo os registros internos que descriminam como: Classe I - Resíduos perigosos (sendo aqueles que indicam riscos à saúde pública e para o meio ambiente quando são gerenciados de maneira incorreta) e Classe II – resíduos não perigosos inerte e não inerte (sendo aqueles que possibilitam a reciclagem e/ou reutilização).

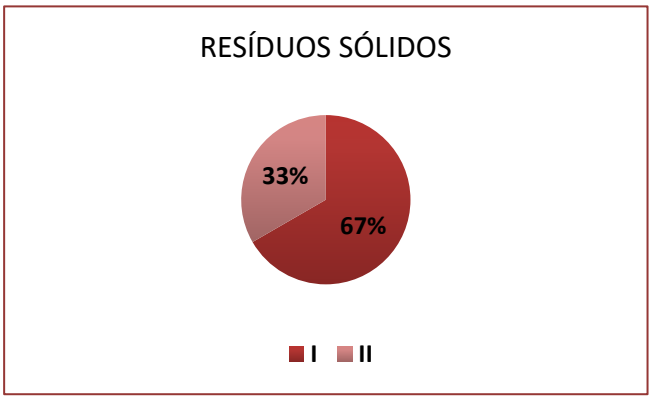
Tabela 2: Resíduos Sólidos apontados nas planilhas internas da Refinaria-AM.

	Tipo de resíduo sólido	Classe
01	Resíduos Contendo Hidrocarbonetos	I
02	Embalagens de Qualquer um dos Tipos Acima Descritos Contendo ou Contaminadas por Resíduos de Substâncias Perigosas	I
03	Absorventes, Materiais Filtrantes (Incluindo Filtros de Óleo Não Anteriormente Especificados), Panos de Limpeza e Vestuário de Proteção, contaminados por Substâncias Perigosas	I
04	Revestimentos de Fornos e Refratários Provenientes de Processos Não Metalúrgicos Contendo Substâncias Perigosas	I
05	Lodos contendo hidrocarbonetos provenientes de operações de manutenção das instalações ou equipamentos, inclusive lodos provenientes de separadores e da limpeza dos tubos dos trocadores de calor	I
06	Tintas, produtos adesivos, colas e resinas não abrangidos em 200127	I
07	Asfalto e Produtos de Alcatrão (Classe D Conforme Resolução CONAMA 307/02)	I
08	Madeira Contendo Substâncias Perigosas	I
09	Resíduos Provenientes de Fundos de Tanques Empregados na Indústria de Refino de Petróleo, Inclusive do Tanque de Armazenamento de Óleo Crú	I
10	Resíduos contendo outras substâncias perigosas	I
11	Óleos de Motores, Transmissões e Lubrificação Usados ou Contaminados	I
12	Solos e Rochas contendo Outras Substâncias Perigosas (Classe D Conforme Resolução CONAMA 307/02)	I
13	Fuelóleo e óleo diesel	I
14	Lâmpadas Fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista	I
15	Resíduos líquidos aquosos contendo substâncias químicas perigosas - SODA GASTA	I
16	Outros Resíduos Urbanos e Equiparados, Incluindo Misturas de Resíduos	II
17	Papel e Cartão	II
18	Plásticos	II
19	Outros Resíduos Não Anteriormente Especificados	II
20	Madeira Não Abrangida em 200137	II
21	Resíduos Biodegradáveis de Cozinha e Cantinas	II
22	Lodos de Fossas Sépticas	II
23	Produtos eletroeletrônicos e seus componentes fora de uso	II

Fonte: Autores (2023).

O Gráfico 1, mostra que a grande maioria dos resíduos sólidos são de Classe I, ou seja, 67 % dos resíduos foram classificados como resíduos perigosos. Pode-se dizer que este fato ocorre, devido a grande maioria dos produtos da refinaria ou da própria matéria prima acabar tendo contato com outros materiais que forem descartados, contaminando-os e tornando-os perigosos de acordo com a legislação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Lei 12.305. E os 33% restantes são de Classe II, não perigosos, que incluem diversos tipos de tratamento desde reciclagem até incineração. Sendo possível verificar que este resultado é devido principalmente ao segmento do empreendimento que é o Petróleo, uma energia não renovável e seus impactos começam na retirada da matéria-prima até o destino final dos seus resíduos.

Gráfico 1: Percentual de resíduos gerados conforme sua classificação.



Fonte: Autores (2023).

Outro ponto importante a ser mencionado foi a forma de armazenamento dos resíduos: sacos plásticos, bombonas plásticas, caçambas abertas e fechadas, tanques, *big bag's* e tambores metálicos. De maneira geral o armazenamento temporário em local adequado e específico garante maior segurança e eficiência no serviço.

Os sacos plásticos são utilizados tanto para armazenar resíduos da classe I quanto a II. Ainda, os sacos para classe I acondicionam resíduos de serviços de saúde até a destinação final e os sacos para classe II acondicionam papéis e resíduos plásticos. As caçambas fechadas são utilizadas para armazenar solo contaminado como areia, terra e pó de serragem utilizados para conter vazamentos de óleos e/ou outros resíduos líquidos e materiais de construção e entulhos não contaminados. As bombonas são utilizadas para armazenar resíduos químicos perigosos, produtos químicos já vencidos, óleos lubrificantes já utilizados e corante para diesel.

As big bag's acondicionam embalagem vazias contaminadas, revestimentos a base de silicato de cálcio e a base de emulsão asfáltica. Os tambores na grande maioria são utilizados para acondicionar resíduos de classe I, esta escolha facilita o transporte e evita possíveis contratempos com vazamentos de contaminantes. Os resíduos de papelão após serem pesados são colocados empilhados formando um fardo ocupando um menor espaço e facilita no transporte.

Cabe ressaltar que todos os resíduos sólidos oriundos da refinaria são tabulados eletronicamente para destinação mensal por meio do SINIR (Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos), este sistema é utilizado a nível nacional como instrumento da PNRS, instituído pela Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.

3.2. QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS

Após os seis meses de análise dos dados, tabela 3, somou-se o peso e a quantidade total de cada resíduo.

Tabela 3: Quantitativo de cada resíduo gerado na Refinaria-AM.

Resíduo	Classe	Unidade	geração jan. 2023	geração fev. 2023	geração março 2023	geração abril 2023	geração maio 2023	geração jun. 2023	total semestral
Outros Resíduos Urbanos e Equiparados, Incluindo Misturas de Resíduos	II	t	3,935	5,155	6,584	5,189	8,462	8,890	**38,215**
Papel e Cartão	II	t	0,453	0,633	0,509	0,583	0,547	0,763	**3,488**
Plásticos	II	t	0,033	0,036	0,099	0,062	0,043	0,210	**0,483**
Resíduos Contendo Hidrocarbonetos	I	t	1,663	3,648	2,745	2,979	27,913	16,016	**54,934**
Embalagens de Qualquer um dos Tipos Acima Descritos Contendo ou Contaminadas por Resíduos de Substâncias Perigosas	I	t	0,987	0,840	0,460	1,080	0,256	0,862	**4,485**
Absorventes, Materiais Filtrantes (Incluindo Filtros de Óleo Não Anteriormente Especificados), Panos de Limpeza e Vestuário de Proteção, contaminados por Substâncias Perigosas	I	t	0,318	1,566	0,439	0	0	0	**2,323**
Revestimentos de Fornos e Refratários Provenientes de Processos Não Metalúrgicos Contendo Substâncias Perigosas	I	t	2,505	1,175	0	0	0	0	**3,680**
Lodos contendo hidrocarbonetos provenientes de operações de manutenção das instalações ou equipamentos, inclusive lodos provenientes de separadores e da limpeza dos tubos dos trocadores de calor	I	t	4,808	0	10,166	14,360	8,420	8,620	**46,374**
Tintas, produtos adesivos, colas e resinas não abrangidos	I	t	0,224	0	0	0	0	0	**0,224**
Resíduos contendo outras substâncias perigosas	I	t	0	0,755	1,111	8,159	3,958	0,421	**13,595**
Madeira Contendo Substâncias Perigosas	I	t	0	0,086	0	0	0	0	**0,086**
Resíduos Provenientes de Fundos de Tanques Empregados na Indústria de Refino de Petróleo, Inclusive do Tanque de Armazenamento de Óleo Crú	I	t	0	2,540	0	0	0	0	**2,540**
Asfalto e Produtos de Alcatrão (Classe D Conforme Resolução CONAMA 307/02)	I	t	0	0,580	1,325	0,705	0,720	0,655	**3,985**
Outros Resíduos Não Anteriormente Especificados	II	t	0	0	0,534	0	0	0	**0,534**
Óleos de Motores, Transmissões e Lubrificação Usados ou Contaminados	I	t	0	0	4,655	0	0,111	0	**4,766**
Fuelóleo e óleo diesel	I	t	0	0	0	0,145	0,379	0	**0,524**
Solos e Rochas contendo Outras Substâncias Perigosas (Classe D Conforme Resolução CONAMA 307/02)	I	t	0	0	0	0,318	0	0	**0,318**
Lâmpadas Fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista	I	t	0	0	0	0,148	0	0,029	**0,177**
Produtos eletroeletrônicos e seus componentes fora de uso	II	t	0	0	0	0	0,058	0	**0,058**
Resíduos Biodegradáveis de Cozinha e Cantinas	II	t	0	0	0	0	3,420	0	**2,440**
Lodos de Fossas Sépticas	II	t	0	0	0	0	109,670	0	**109,670**
Resíduos líquidos aquosos contendo substâncias químicas perigosas - SODA GASTA	I	t	0	0	0	0	11,860	0	**11,860**

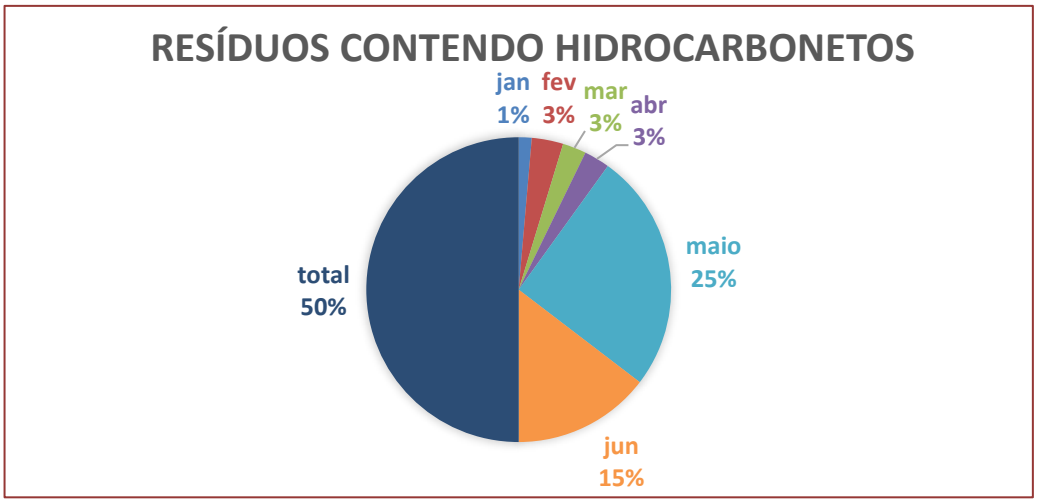
Fonte: Autores (2023).

Entre os resíduos gerados na Refinaria-AM o quantitativo de classe I que mais se destaca foram os resíduos contendo Hidrocarbonetos com 54.934 toneladas por semestre e lodos contendo hidrocarbonetos provenientes de operações de manutenção das instalações ou equipamentos, inclusive lodos provenientes de separadores e da limpeza dos tubos dos trocadores de calor com 46.374 toneladas por semestre.

No caso do primeiro resíduo mais gerado, ou seja, os resíduos contendo hidrocarbonetos mostra-se em grande quantidade por ser o principal item usado na limpeza, contenção de líquidos contaminantes e vazamentos de produto ou matéria prima, também é gerado pela manutenção, oficina, terceirizados e outras unidades onde há o manuseio da matéria prima e/ou produto final da refinaria, entre os itens contaminados podemos citar os EPIs, filtro de óleo e juntas de papelão. O segundo resíduo que são os lodos contaminados com hidrocarbonetos deve-se ao fato de que este material é proveniente da limpeza dos tanques de petróleo, limpeza dos tanques é necessária visto que com o tempo é formado uma sedimentação no fundo dos tanques de petróleo, favorecendo a corrosão e ocasionando a contenção de armazenagem de forma segura. Após esta manutenção é inevitável causar impacto ambiental, visto que é realizado emissões gasosas e liberação de solventes e ácidos potencialmente perigosos de forma casual, para avaliar se não há vazamentos e logo após a liberação da unidade.

A variação mensal da quantidade identificada no Gráfico 2 explica-se devido aos vazamentos que ocorreram durantes os meses de maio e junho na refinaria, considerados vazamentos de pequena escala, decorrentes de treinamentos, emergências ambientais e também ao cronograma de limpeza no parque industrial da refinaria, isso explica a diferença em relação aos meses anteriores.

Gráfico 2: Quantitativo mensal de resíduos contendo HC



Fonte: Autores (2023).

Já os resíduos gerados de classe II os maiores quantitativos foram os lodos de fossas sépticas, apresentando em torno de 109.670 toneladas por semestre que é devido a alta demanda de coletas relacionado ao quantitativo de funcionários e outros resíduos urbanos e equiparados, incluindo misturas de resíduos que é por conta da junção de vários resíduos não recicláveis como resíduos de varrição, resíduos domésticos dos

escritórios e rejeitos no geral com 38,215 toneladas por semestre. Esses resíduos se não forem tratados e dispostos de maneira correta eles acabam contaminando o solo e a as águas superficiais e subterrâneas.

Embora em quantidade menor em comparação aos resíduos Classe I na refinaria há também os resíduos de Classe II destacando os resíduos plásticos, papel e papelão. Eles são gerados em todas as unidades da refinaria e estão entre os principais resíduos não perigosos coletados pela empresa terceirizada. Fazendo um levantamento em relação a estes resíduos verificou-se que a cada mês foi percebido um aumento tímido na geração dos resíduos de papel e papelão e plástico das 4,421 toneladas de resíduos em janeiro 0,453 foram do Papel e Cartão e 0,033 dos Plásticos, em fevereiro dos 5,824 totais, 0,633 foi do Papel e Cartão e 0,036 dos Plásticos.

Em março, do total gerado 8,116 toneladas de Papel e Cartão ficou com 0,509 toneladas e o Plástico com 0,099 toneladas, já em abril a quantidade gerada de Papel e Cartão foi 0,583 toneladas e os Plásticos 0,062 toneladas. Posteriormente, no mês de maio o Papel e Cartão ficou com o quantitativo de 0,547 toneladas e o Plástico com 0,043 toneladas e finalizando os meses, em junho o Papel e Cartão ficou com 0,763 toneladas e os Plásticos com 0,210 toneladas, que acarretou uma ação de conscientização por parte dos funcionários em não desperdiçar os resíduos recicláveis e reutilizá-los em sua maioria, principalmente as unidades com setores administrativos (Tabela 4).

Dado o exposto, na Tabela 4 abaixo pode-se observar o total de resíduos de classe I e classe II oriundos da Refinaria-AM por mês e a sua totalidade no semestre do ano estudado.

Tabela 4: Total em toneladas (t) dos resíduos classe I e II.

	classe I	classe II
Jan.	10,505	4,421
Fev.	11,190	5,824
Março	20,901	8,116
Abril	27,894	119,044
Maio	53,617	9.515
Jun.	26,603	9,863
Total	150,710	156,783

Fonte: Autores (2023).

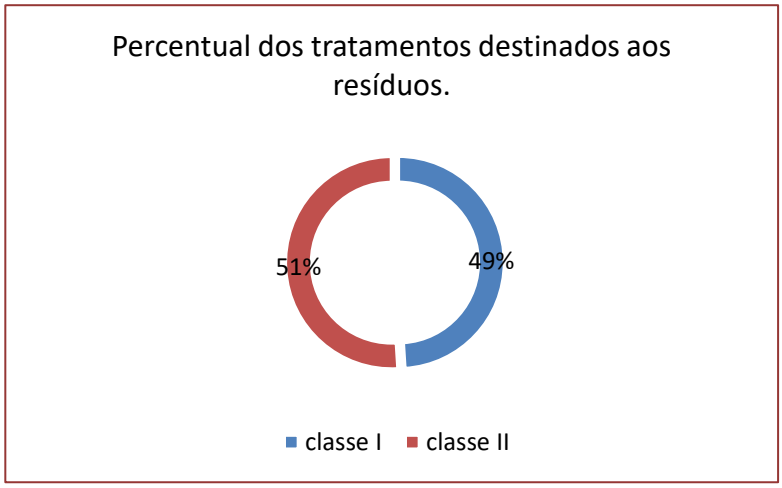
Analisando os dados tabelados acima podemos ter uma maior clareza sobre a geração desses resíduos, comparando-os mês a mês. Observa-se que os resíduos de classe I são a grande maioria gerados no cotidiano da refinaria e o mês de maio foi o que teve maior quantidade de descarte de resíduo tanto classe I (perigoso) quanto classe II (não perigoso), evidenciando uma alta rotatividade na refinaria como a limpeza dos tanques de armazenamento e manutenções realizadas em todas as suas instalações, no mês posterior verificou-se um certo equilíbrio na geração de resíduos tendo em vista que não houve um grande volume de resíduos gerados.

3.3. TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS

Após a análise e quantificação dos resíduos gerados na refinaria, foram identificados os principais tratamentos e destinação submetidos a eles: reciclagem, incineração, compostagem e tratamento de efluentes.

A refinaria estudada possui uma política de realizar a correta destinação de seus resíduos sólidos, tendo em vista sempre diminuir a destinação aos aterros municipais e aumentar a reciclagem e/ou a reutilização. Esta ação anda em paralelo com a PNRS, que dispõe em seu artigo 7º inciso II uma maior organização e consequentemente a busca pelo reaproveitamento dos resíduos sobretudo no aproveitamento energético. Identificou-se que a geração de resíduos classe I (perigosos) e Classe II (não perigosos) estão em equilíbrio. A Classe I corresponde a 49% dos resíduos perigosos havendo sua triagem e posterior incineração, já com 51% são os resíduos classe II incluindo os inertes e não inertes, da qual são direcionados a tratamento para reaproveitamento e /ou reciclagem, conforme Gráfico 3.

Gráfico 3: Percentual dos tratamentos destinados aos resíduos.



Fonte: Autores (2023).

Os resíduos que se localizam no CTR geralmente apresentam menor quantidade na refinaria, assim, busca-se a sua destinação adequada quando eles atingem um volume aceitável para a realização do descarte final. É importante salientar que todos os cuidados associados aos impactos de um empreendimento de grande porte é contínuo e de suma necessidade, minimizar, mitigar, corrigir e principalmente prevenir. Visto que, lançamento de efluentes sem tratamento prévio acarreta diversos problemas, não somente a qualidade da água, mas mortalidade dos seres vivos que vivem próximos a localidade. Além disso, com o tempo e frequência de despejos a água pode se tornar imprópria para diversos tipos de uso, assim como, fonte de propagação de vetores e doenças.

Os possíveis impactos ambientas resultando da Industria de Refino e possíveis medidas que são os atenuem são apontados na Tabela 5.

Tabela 5: Potenciais impactos ambientais gerados na Refinaria-AM

IMPACTOS AMBIENTAIS	AÇÕES PREVENTIVAS
Contaminação das águas devido aos lançamentos de efluentes, águas de resfriamento, lavagem e lixiviamento	Realizar tratamento das águas residuárias e depuração nos rios ou onde possa ocorrer infiltração. Os efluentes podem ser tratados por: neutralização, evaporação, separação de óleos e graxas, tratamento biológico a depender da carga contaminante que se quer remover. Os locais de armazenamento e manuseio devem possuir pisos impermeabilizados e ralos coletores para a condução ao tratamento como também as águas de lavagem destes locais.
Ejeção de partículas para a atmosfera oriundas de todas as operações da refinaria	O controle destas partículas é realizado por equipamentos como ciclones, filtros de manga lavadores e outros. A ejeção de poeira das áreas abertas e externas que não tenham contaminantes químicos, podem ser mitigadas pela pulverização de água nesses locais.
Contaminação do solo e das águas por resíduos sólidos tais como os lodos de tratamento de efluentes hídricos e gasosos	Quando não for possível o tratamento do resíduo de imediato, se deve prevê um local adequado para o seu armazenamento até sua destinação final. Segundo a natureza do resíduo, é possível tratar por meio de incineração, aterro industrial controlado, encapsulamento, queima em fornos para fabricação de cimento e outros.
Poluição sonora promovida pelo uso das máquinas e operações que criam ruídos elevados	Tratamento acústico através do enclausuramento das máquinas e proteção acústica nos prédios que estão os maquinários que geram ruídos e tenham operações com níveis de ruídos altos.

Fonte: Autores adaptado de Dias (1999).

4. CONDIDERAÇÕES FINAIS

O artigo retratou a caracterização dos resíduos sólidos gerados em uma refinaria da região norte do Brasil, tendo como objetivos específicos a identificação dos diversos tipos de resíduos gerados, quantificação, determinação dos principais resíduos e seus respectivos impactos e destinação final ambientalmente adequada, sendo apresentado um sistema de gestão de resíduos em andamento que a longo prazo busca pela melhoria. Foi possível notar durante a pesquisa quais são os resíduos que uma refinaria produz, a importância da escolha de destinações finais ambientalmente adequadas, principalmente pela quantidade e impactos gerados, visto que, em sua maioria são compostos por resíduos perigosos.

É oportuno citar que a conscientização ambiental feita com os colaboradores observada ao longo desses meses através do calendário anual de campanhas trouxe impactos positivos, como visto através da melhora na coleta seletiva.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004. Resíduos sólidos**: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

[2] BRASIL, Lei Federal 12.305/2010 – **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Presidência da República, Brasília.** Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm#:~:text=1o%20Esta%20Lei%20institui,poder%20público%20e%20aos%20instrumentos>

[3] BRASIL, Lei Federal 9.605/1998 – **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**. Disponível em : < https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=BRASIL%2C+Lei+Federal+9.605%2F1998+%E2%80%93+Disp%C3%B5e+sobre+as+san%C3%A7%C3%B5es+penais+e+administrativas+derivadas+de+condutas+e+atividades+lesivas+ao+meio+ambiente%2C+e+d%C3%A1+outras+provid%C3%AAncias.&ie=UTF-8&oe=UTF-8>

[4] DE SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; SILVA, E. L.; REZENDE, D. C. V.; BARBOSA, T. S.; PEDROSO, R. S. **Tratamento de lodo de laticínios com reuso de resíduos da agroindústria por processo de compostagem**. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 14, n. 4, p. 1-17, 2021. Disponível em: < https://doi.org/10.17765/2176-9168.2021v14n4e8307>

[5] FRANQUETO, R.; DELPONTE, A. A.; FRANQUETO, R. **Gerenciamento de resíduos gerados em postos de combustíveis: o caso de uma empresa na região sul do Estado do Paraná**. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 10, n. 3, p. 82-93, 2018. Disponível em: < https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/12047/209209210307>

[6] GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de administração de empresas, v. 35, p. 57-63, 1995. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLFVgpwNkCgnnC/?format=pdf&lang=pt>

[7] JAGABA, A. H.; KUTTY, S. R. M.; LAWAL, I. M.; AMINU, N.; NOOR, A.; AL-DHAWI, B. N. S.; USMAN, A. K.; BATARI, A.; ABUBAKAR, S.; BIRNIWA, A. H.; UMARU, I.; YAKUBU, A. S. **Diversos materiais sustentáveis para o tratamento de borras de petróleo e remediação de locais contaminados: uma revisão**. Sistemas de Resíduos Mais Limpos, v. 2, 2022.

[8] MOREIRA, T. C. **Gestão de resíduos sólidos como estratégia para reduzir os impactos ambientais no canteiro de obras.** Repositório Institucional Favale. 2022. Disponível em: < http://repositorio.favale.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/75>

[9] REAM. **Refinaria de Manaus**. Disponível em: https://ream.com.br/quem-somos/. Acesso em: 20 de agosto de 2023.

[10] ROQUE, F. S.; BEZERRA, J. M.; SOUSA, C. R. C.; COSTA, T. T.; NOBRE, S. B.; LIMA, R. I. B. R. **Gerenciamento de resíduos sólidos no panorama da covid-19 em Pau dos Ferros-RN**. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 17, n. 47, p. 44-45, 2021. Disponível em: < https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/12394/8241 >

[11] SANTANA, R. F.; ARAGÃO JÚNIOR, W. R.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade**. Repositório Institucional UFRPE. 2020. Disponível em: < https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/2342>

[12] SILVA, C. C. **Âmbito de Ação das Normas ISO 9000, 14000, 45000 e 26000: Sua aplicabilidade na Guiné-Bissau**. Repositório Institucional do Instituto Politécnico da Guarda. 2022. Disponível em: < http://hdl.handle.net/10314/5319>

[13] SILVA, N. C.; GONÇALVES, H. C.; CHAVES, L. A. O.; MACHADO, F. S.; AMARAL, M. C. **O conceito *lean green* utilizado na proposta de reciclagem de cascalho de perfuração de poços de petróleo e gás**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 2, n. 4, p. 1389-1401, 2019. Disponível em: < https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/2990/2943>

[14] SOUZA, A. R.; SILVA, A. T. Y. L.; TRINDADE, A. B.; FREITAS, F. F.; ANSELMO, J. A. **Análise do potencial de aproveitamento energético de biogás de aterro e simulação de emissões de gases do efeito estufa em diferentes cenários de gestão de resíduos sólidos urbanos em Varginha (MG)**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, p. 887-896, 2019. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/S1413-41522019187066>

[15] VALÉRIO, J. M. P.; PEREIRA, M. O.; GOMES, V. T.; BEGHELLI, F. G. S. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Instituição De Ensino: O Caso da Fatec Itapetininga**. Revista de Ciências Ambientais, v. 15, n. 2, p. 01-14, 2021. Disponível em: <http://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca>

Capítulo 7

A relação do Programa Bolsa Floresta com a desaceleração do desmatamento no Amazonas

Débora de Souza Figueiredo
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Este trabalho demonstra a relação do Programa Bolsa Floresta (PBF) com a redução do desmatamento no estado do Amazonas e como o programa impactou os números do estado através de sua implementação. Essa relação é demonstrada através de gráficos, tabelas e imagens georreferenciadas com informações coletadas na Fundação Amazônia Sustentável e no Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite. O PBF impactou a vida de várias comunidades tradicionais que vivem em distantes Unidades de Conservação, ensinando-os a viver dos recursos naturais por meio do manejo sustentável e da preservação da floresta. Assim, o PBF em conjunto com outras políticas ambientais aplicadas na mesma época, causaram uma redução significativa no desmatamento do estado e da Amazônia como um todo.

Palavras-chaves: Desmatamento; Bolsa Floresta; Unidades de conservação.

1. INTRODUÇÃO

Define-se desmatamento como a remoção da floresta nativa de uma área, causado principalmente pela ação humana por meio de suas atividades. O desmatamento na região amazônica sempre foi um dos maiores problemas nacionais e mundiais, tanto no passado quanto no presente. A apropriação aliada ao desmatamento na região atingiu altos índices a partir de 1970, causado principalmente por agropecuaristas vindos do sul e sudeste do país (LEMOS *et. al.,* 2011), e essa dinâmica continua se estendendo principalmente no chamado "arco do desmatamento", que tem avançado ao sul do estado do Amazonas. Em meio a este cenário, foi instituído no ano 2000 o SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), por meio da lei 9.985, para fortalecer o papel das Unidades de Conservação do país (MMAMC, 2022). No ano de 2004, o desmatamento no país, exclusivamente na Amazônia, alcançou altos e preocupantes índices, chamando atenção de todo o mundo e pressionando o país a desenvolver políticas públicas para solucionar o problema (VIANA *et. al.,* 2022).

O estado do Amazonas é o maior estado brasileiro em extensão territorial e abriga grande parte da maior floresta do mundo, a Amazônica. Além disso, o estado conta com 45 milhões de hectares em unidades de conservação e terras indígenas, o que o torna o estado com maior extensão de áreas protegidas (VIANA *et. al.,* 2022). Essas UCs abrigam várias comunidades que sobrevivem dos recursos da floresta e, muitas das vezes, em situações precárias de saneamento básico e saúde. Nesse contexto, inseriu-se no Brasil a pauta do pagamento por serviços ambientais (PSA), que proporciona um amplo contexto sobre as noções de economia verde e desenvolvimento sustentável (SUPERTI *et.al.,* 2015). Por meio disso, surgiu o Programa Bolsa Floresta, criado em 2007 e aplicado em 2008, o programa propunha a bonificação no valor de R$50 mensais a famílias que residem dentro das UCs. As famílias firmaram o compromisso de cuidar da floresta, não gerar desmatamentos e incêndios florestais e adotar meios sustentáveis com vistas à melhoria da qualidade de vida e de renda e a compensação como os "guardiões da floresta" (VIANA *et. al.,* 2022).

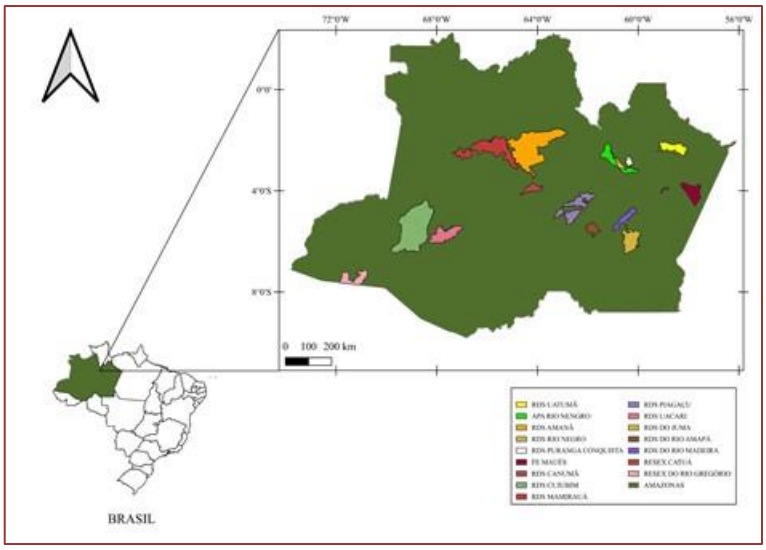
Levando em conta o cenário vivenciado anos atrás e atualmente, buscou-se mostrar de que maneira o Bolsa Floresta, como um PSA, contribuiu para a desaceleração do desmatamento no estado do Amazonas através de sua implementação. Durante os anos iniciais de aplicação do programa aliado com um conjunto de políticas públicas criadas na mesma época, o desmatamento no estado teve uma grande queda em relação aos anos anteriores e nas unidades de conservação o resultado não foi diferente. Infelizmente, com o passar dos anos essas políticas tendem a enfraquecer como resultado de vários fatores políticos e sociais, o que nos leva a uma nova alta do desmatamento nos anos atuais. De acordo com Silva (2022), a posse do governo de Bolsonaro foi o estopim do processo de flexibilização da legislação e fiscalização ambiental que estava sendo reforçada desde os anos 2000, esse estopim já havia se consolidado com o governo de Dilma (2011-2016) e Temer (2016-2018). As mudanças e fenômenos climáticos como o "El Ninõ" também influenciaram o retorno das altas do desmatamento, combinados com as queimadas não controladas e a expansão do agronegócio na região sul do Amazonas.

Assim, este trabalho mostrará um panorama do Bolsa Floresta e o controle do desmatamento no estado do Amazonas, mostrando sua evolução no período entre 2008 e 2022 em 16 Unidades de Conservação do estado, e o quando o programa auxiliou na desaceleração do desmatamento no Amazonas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido com base no programa bolsa floresta, implementado no período de 2008 a 2022 pelo Governo do Amazonas em parceria com a Fundação Amazônia Sustentável (FAS). O objetivo do programa foi, além de promover o aumento de renda das famílias residentes em reservas, incentivar o não desmatamento das mesmas e foi implementado em 16 Unidades de Conservação do estado do Amazonas: Area de Proteção Ambiental (APA) do Rio Negro, Floresta Estadual (FE) de Maués, Reserva de Desenvolvimento Sustentavel (RDS) Amanã, RDS Canumã, RDS Cujubim, RDS Mamirauá, RDS Piagaçu-Purus, RDS Puranga Conquista, RDS Uacari, RDS do Juma, RDS do Rio Amapá, RDS do Rio Madeira, RDS do Uatumã, Reserva Extrativista (RESEX) Catuá-Ipixuna e RESEX do Rio Gregório (Imagem 1).

Imagem 1: UCS beneficiadas com o Programa Bolsa Floresta Familiar (BFF)



Fonte: Autores (2023).

Para a análise apresentada neste artigo, foi utilizado um conjunto de imagens de satélite disponibilizadas pela plataforma Terrabrasilis e do Projeto de Monitoramento Do Desmatamento Na Amazônia (PRODES), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As plataformas utilizam imagens de satélites da classe LANDSAT 8, que possui resolução espacial de 20 a 30 metros e temporal de 16 dias, e CBERS 4, com resolução espacial de 40 metros e temporal de 26 dias, sendo usadas para o monitoramento e armazenamento de dados ambientais geográficos, como desmatamento, queimadas, entre outros. Esses dados são de acesso público e proporcionam a montagem de mapas e imagens de satélite para a visualização das áreas atingidas de todo Brasil. Já a plataforma PRODES permite visualizar através de gráficos e tabelas as taxas anuais de desmatamento, principalmente na Amazônia Legal, através do monitoramento por satélite e produz taxas anuais de desmatamento da região.

Foram utilizados os seguintes dados: Máscara de área acumulada de supressão da vegetação nativa (2007), Hidrografia - *Shapefile*, Taxa Anual de Desmatamento (1988-2022) Incremento anual no desmatamento (2008-2022), Estados no Bioma Amazônia - *Shapefile*, Unidades de Conservação no Bioma Amazônia - Shapefile, Municípios no Bioma Amazônia - *Shapefile*.

Estes foram tratados no software QGIS (*Quantum Geographic Information System*) para obtenção de imagens georreferenciadas no sistema Datum SIRGAS2000, e o programa Excel para a visualização dos dados através de gráficos. Por fim, foi possível analisar as informações e ao mesmo tempo, visualizar as possíveis áreas afetadas pela ocorrência de desmatamento nas Unidades de Conservação (UC) beneficiadas com o programa Bolsa Floresta, no período de 2008 a 2022.

Além disso, foram utilizadas informações coletadas pela Fundação Amazônia Sustentável e na plataforma do Fundo Amazônia sobre as Unidades de Conservação beneficiadas pelo programa a partir do ano de 2008, na sua maioria públicas, e armazenadas em Excel para construção de gráficos e tabelas. Através disso, realizou-se a busca das informações na plataforma Terrabrasilis, das UCs beneficiadas, de focos de desmatamento e de incêndio no mesmo período da implementação do programa. Após a busca, realizou-se um rígido controle de qualidade dos dados visando encontrar possíveis discrepâncias e duplicação dos dados.

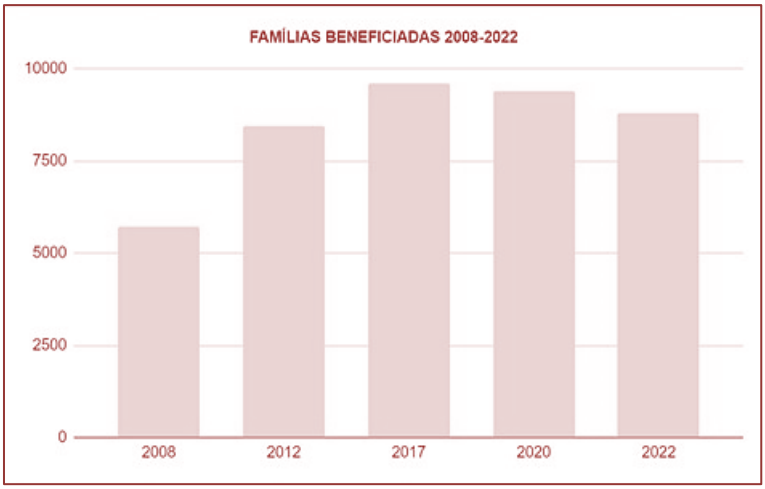
Diante dessas informações, realizou-se uma análise comparativa dos níveis de desmatamento no período da implementação do programa. Através de mapas gerados no QGIS e com o auxílio de tabelas e gráficos gerados em Excel buscou-se identificar a desaceleração do desmatamento no estado e nas UCs beneficiadas.

3. RESULTADOS

Instituído em 2007 no governo Eduardo Braga, o Programa Bolsa Floresta Familiar foi pensado e estruturado em reuniões da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS) do Amazonas, com a proposta de beneficiar famílias residentes em UCs do estado que se comprometeram com a proposta de desmatamento zero. No início de 2008, o programa já contava com mais de 5 mil famílias cadastradas, número que, ao longo dos anos, veio crescendo gradativamente, finalizando o ano de 2022 com um total de 8883 famílias cadastradas (Imagem 4).

Para estarem aptos a receberem o benefício, as famílias deviam residir na UC há mais de dois anos, para desestimular a migração de outras áreas movida pelos benefícios dos programas, além de a participação dos futuros beneficiários da oficina e da assinatura do termo de compromisso que firmaram o desmatamento zero em áreas de mata primária, redução e prevenção de queimadas e estar participando da associação de moradores da comunidade (VIANA *et al.,* 2012).

Imagem 4: Evolução do cadastramento de famílias no BFF.



Fonte: Autores (2023).

A redução no número de famílias nos anos finais, de 2020 a 2022, ocorreu devido ao término do financiamento por parte do Governo do Estado no ano de 2015, e a partir desta data a própria fundação passou a financiar o Programa através de recursos próprios (FAS, 2022). Com o tempo, muitos beneficiários foram cortados por terem se mudado da reserva ou por falecimento.

A eficiência do processo de cadastro e implementação ao longo dos anos do projeto, dá-se ao treinamento da equipe técnica de às ações de cidadania (VIANA, 2008). A equipe, além de fazer o projeto de cadastro familiar, também levava para as comunidades formas melhores e mais sustentáveis de atividades como a produção e o plantio de alimentos, o descarte dos resíduos comunitários, o manejo florestal e de pesca, a obtenção de renda através dos recursos florestais, o tratamento de água para consumo, entre outros, ensinado aos comunitários como cuidar da floresta e ao mesmo tempo sobreviver e se sustentar através dela.

Para isso eram realizadas oficinas com os comunitários cadastrados com duração de dois dias, onde no primeiro dia debatia-se sobre a importância da floresta em pé, educação ambiental, desenvolvimento sustentável, mudanças climáticas, entre outros temas que muitas vezes eram desconhecidos para aquelas pessoas (VIANA *et. al.,* 2021).

A geração de renda através do manejo sustentável foi um dos principais projetos financiados pelo programa, que trouxe para os comunitários a melhoria da qualidade de vida e ensinaram a usar os recursos ambientais sem agredir a floresta. Esse projeto foi de suma importância para a redução do desmatamento e da pobreza extrema nas UCs participantes do BFF nos anos iniciais do projeto. Até o ano de 2007, o estado havia registrado altas taxas de desmatamento, como mostra a Imagem 5.

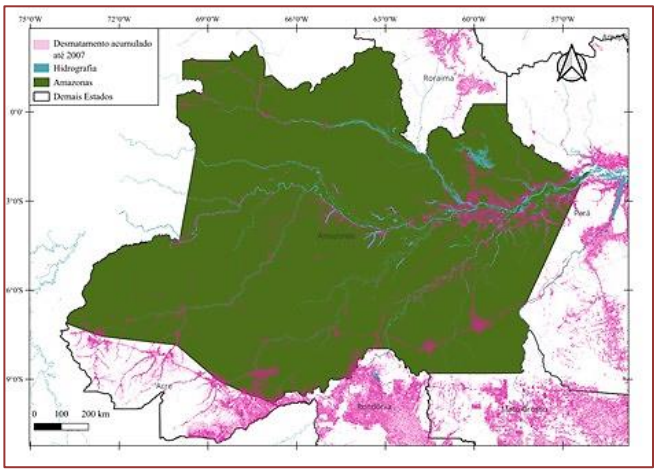
Imagem 5: Desmatamento no Amazonas até o ano de 2007.

Fonte: Autores (2023).

No ano de 1995 o estado alcançou a marca de 2.114 Km² de áreas desmatadas, um dos maiores números registrados até então. Com a instituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) no ano 2000, estabeleceu-se critérios e normas para a criação de unidades de conservação no país e, a partir daí, pôde-se observar uma redução no desmatamento até o ano de 2004, onde os números começaram a subir novamente (Imagem 5). Segundo Hassler (2005), a criação de UCs é a melhor solução para a preservação dos recursos naturais brasileiros e mundiais e ressalta que a conservação engloba o uso sustentável dos recursos naturais, a preservação e regeneração desses recursos, sendo eles renováveis ou não.

A imagem 6 nos mostra como o desmatamento nesse período atingiu o estado do Amazonas de diferentes formas, concentrando-se principalmente ao sul do estado, próximo ao "arco do desmatamento" nos municípios de Apuí, Manicoré, Humaitá, Canutama, Lábrea e Boca do Acre, e nas margens dos rios como Amazonas, Urubu, Madeira, Solimões, Negro e entre outros. Essa concentração se dá pelo aumento da atividade agropecuária no Estado, exploração de ouro e outros minerais, exploração madeireira ou mesmo pela ocupação de territórios para moradia.

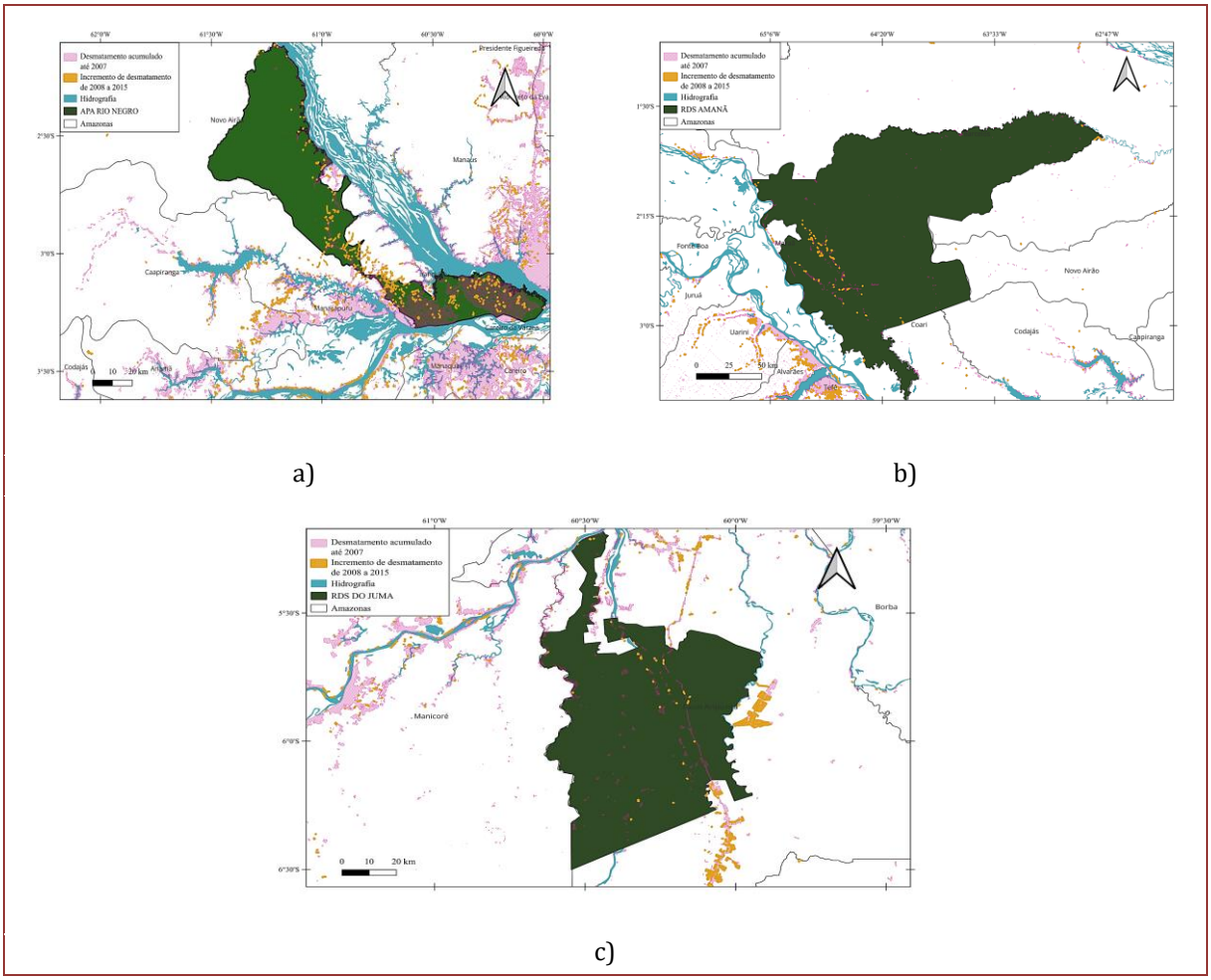
Imagem 6: Concentração do desmatamento no Amazonas até o ano de 2007.



Fonte: Autores (2023).

As unidades de conservação, antes de serem beneficiadas pelo programa, também foram focos de desmatamento, como mostram os mapas nas Imagens 7a, 7b e 7c, onde é possível observar o acúmulo de desmatamento até 2007 e o incremento anual de 2008 a 2015 nas UCs RDS Amanã, Juma e APA Rio Negro.

Imagem 7: Incremento de desmatamento na RDS (2008-2015): a) Amanã; b) APA Rio Negro e c) RDS do Juma

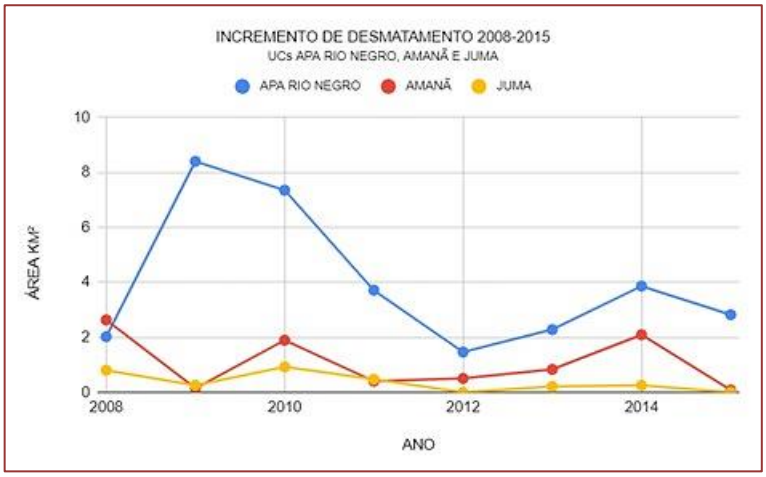


Fonte: Autores (2023).

Percebe-se que a APA Rio Negro foi a mais afetada das três, e isso se dá pela proximidade da UC de áreas urbanas, principalmente da cidade de Manaus, ficando refém de possíveis invasões e explorações ilegais. As demais UCs apresentam um padrão de incremento de desmatamento principalmente nas margens dos rios, onde se concentram as comunidades que residem dentro das mesmas que praticam a agricultura familiar e a exploração madeireira e de recursos florestais.

Diferente da APA Rio Negro, as RDSs de Amanã e Juma não tiveram um acúmulo tão alto, como mostra a imagem 10. Enquanto a APA teve uma média de desmatamento de 3,16 Km^2 nesse período, as RDS tiveram média de 0,96 Km^2 e 0,46 Km^2 (Imagem 8).

Imagem 8: Incremento de desmatamento nas UCs



Fonte: Autores, 2023

A partir do ano de 2008, houve uma grande desaceleração do desmatamento no estado do Amazonas, como mostra a Imagem 9. Durante sete anos o desmatamento na região se manteve entre 400 e 700 km^2, um dos menores registros dos últimos 35 anos. Após o grande pico de 2004, houve um grande movimento de políticas públicas e outros diferentes setores focados na proteção da floresta e do meio ambiente (ASSIS, 2021). Entre elas o PSA (Pagamento por Serviços Ambientais), no qual se encaixa o Bolsa Floresta Familiar e o PPCDAm (Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal)

O PPCDA foi criado em 2004 com o objetivo de reduzir o desmatamento e migrar para um modelo de desenvolvimento sustentável na área da Amazônia Legal, sendo responsável, segundo o Ministério do Meio Ambiente e Mudanças do Clima, pela diminuição de 83% do desmatamento na área até o ano de 2012. Essas ações causaram grande impacto e contribuíram para a redução do desmatamento durante esses anos nas UCs, no estado do Amazonas e na Amazônia como um todo.

Imagem 9: Taxa de desmatamento no Amazonas a partir de 2008

Fonte: Autores (2023).

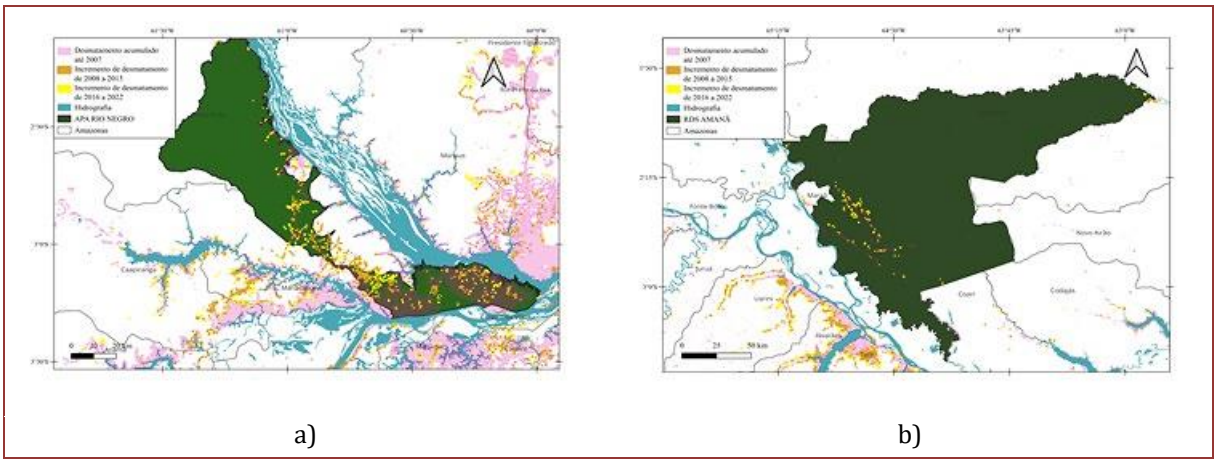
A partir do ano de 2016, o desmatamento cresceu exponencialmente, saltando de 720 km² em 2015 para 1.129 km² no ano de 2016. Coincidentemente, estes foram anos de ocorrência do fenômeno El Ninõ no território brasileiro, segundo o Panorama Geral de 2016 emitido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que considera esses anos como os mais quentes desde 1961, onde a temperatura mínima anual da região norte ficou entre 32 e 40 graus e a anomalia de temperatura em relação à média climatológica de 19881-2010 ficou entre 1 e 5 graus (INMET, 2016).

Com o início do ano de 2018, o desmatamento no Amazonas só veio a aumentar batendo recordes e alcançando a marca de um dos maiores registros de desmatamento desde o ano de 1995. O Governo Lula havia lançado anos atrás a Política de Regularização Fundiária (PRFA) que objetivava a titulação de pessoas físicas em ocupações irregulares em terras federais, mas esta foi acusada de legalizar a grilagem e contribuir para o aumento de desmatamento e, entre 2016 e 2017, o governo de Michel Temer faz a alteração da PRFA para atender aos interesses dos ruralistas e assim conseguir apoio (CUNHA, 2019).

As alterações incluíram: a área de titulação passou de 1500 ha. para 2500 ha.; o marco temporal passou de 1/12/2004 para 22/07/2008; cobranças de preço pela terra, incluindo áreas médias e grandes, extremamente abaixo dos preços de mercado. Todas essas modificações estimularam grandes capitalistas agrários a expandirem suas terras e fazer novas invasões, o que pode ter levado ao aumento do desmatamento, principalmente em áreas de agropecuária.

Já em 2019, com o início do governo Bolsonaro, as taxas de desmatamento subiram ainda mais. Segundo Fearnside (2019), o desmatamento na Amazônia foi 88% maior em junho de 2019 do que em 2018, no mesmo mês, Informações retiradas do programa DETER (Detecção de Desmatamento em Tempo Real), do INPE, dados os quais o ex-Presidente Bolsonaro (2018-2022), rotulou como mentirosos. Mesmo antes de sua posse, o ex-presidente já tinha deixado bem claro que não se importava com as questões ambientais, ameaçando até mesmo tirar o Brasil do Acordo de Paris e fazendo promessas contra a demarcação de áreas indígenas (Fearnside, 2019). A imagem 10 a), b) e c) mostram como o desmatamento nas UCs evoluiu nos últimos anos.

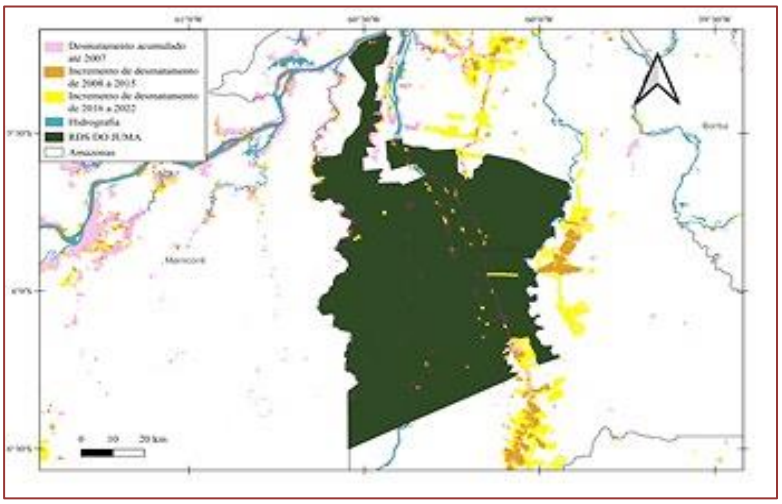
Imagem 10: Incremento de desmatamento na RDS (2008-2015/2016-2022): a) Amanã; b) APA Rio Negro e c) RDS do Juma



a) b)

Fonte: Autores (2023).

Imagem 11: Incremento de desmatamento na RDS (2008-2015/2016-2022): a) Amanã; b) APA Rio Negro e c) RDS do Juma (continuação)

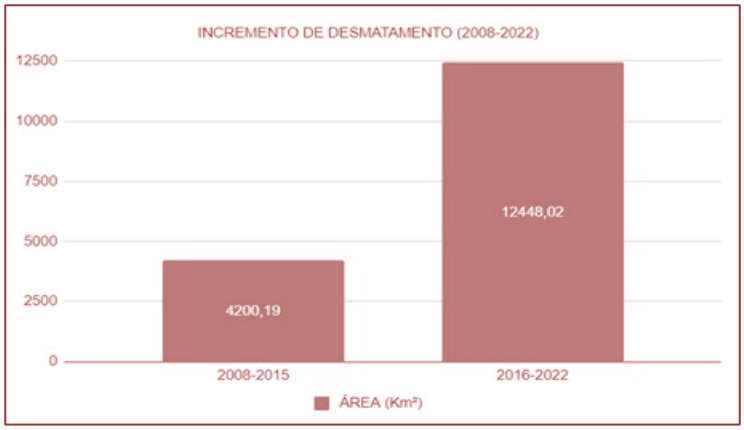


c)
Fonte: Autores (2023).

O discurso "*anti ambientalista*" de alguns políticos pode ter sido o estopim para o crescente desmatamento na Amazônia, principalmente com a bancada ruralista, um de seus principais apoiadores. Seus dois primeiros anos de mandato foram marcados pela destruição de várias políticas públicas e órgãos ambientais, como o repasse da demarcação de áreas indígenas da FUNAI (Fundação Nacional dos Povos Indígenas) para o Ministério da Agricultura, discursos extremistas pró-agronegócio e pró-mineração, a nomeação de um Ministro do Meio Ambiente que "representou o agro" (VERÍSSIMO, 2021) e o desapreço a atuação das ONGs.

Ainda assim, o incremento de desmatamento nas UCs representadas foi baixo, muito parecido com os anos anteriores com a APA Rio Negro tendo um acréscimo de 15,5 Km^2, e as RDSs Amanã e Juma com 5,97 Km^2 e 3,96 Km^2 respectivamente. Entretanto, olhando para o estado de uma forma geral, os incrementos de desmatamento no Amazonas foram extremamente grandes nos últimos sete anos, como mostra a Imagem 11.

Imagem 12: Incremento de desmatamento no Amazonas (2008-2015/2016-2022)



Fonte: Autores (2023).

Percebe-se que o estado sofreu com um aumento mais de 196% de incremento de desmatamento em relação aos anos anteriores (2008-2015), e isso se dá pela diminuição das políticas públicas voltadas à proteção da floresta e do meio ambiente, ao enfraquecimento dos Ministérios e órgãos ambientais e a redução do financiamento do terceiro setor nacionais e internacionais, aliados a discursos que incentivaram a destruição da vegetação primária, exploração madeireira, expansão da agropecuária e a mineração, nos últimos anos (2016-2022).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A influência do Bolsa Floresta sobre o desmatamento no Amazonas foi notável durante seus primeiros oito anos de atuação, graças ao empenho da equipe aplicadora ao levar as informações e conhecimentos sobre manejo e ações sustentáveis para as comunidades residentes nas UCs. Nos anos anteriores o estado do Amazonas havia registrado altas taxas de desmatamento, mas o BFF, como Pagamento por Serviços ambientais no Amazonas, juntamente com várias outras políticas públicas aplicadas em conjunto, foram capazes de causar um impacto positivo na desaceleração do desmatamento, não só no estado, mas em toda a Amazônia Legal.

Infelizmente, nos últimos seis anos, o trabalho regrediu drasticamente como resultado da má gestão do país e com o enfraquecimento de várias leis, fiscalizações e ministérios ambientais causados pelos próprios líderes políticos do Brasil e seus apoiadores, assim como a propagação de notícias e informações falsas.

Para reverter essa situação, se faz necessário uma administração séria e comprometida com as causas ambientais e sustentáveis, o fortalecimento de leis e fiscalizações, assim como o apoio a organizações do terceiro setor que trabalham em pró da floresta em pé. O apoio e orientação aos comunitários residentes nas Unidades de Conservação também é essencial para que estes possam saber da importância de cuidar e como sobreviver da floresta de maneira sustentável, para isso, as contribuições do governo são indispensáveis. É crucial entender que a floresta Amazônica vale muito mais, para o país e para o mundo em pé, do que derrubada.

REFERÊNCIAS

[1] ASSIS, T. **Desmatamento na Amazônia: uma perspectiva histórica, por EXAME** Invest Pro. Exame, 1 fev. 2021. Disponível em: <https://exame.com/esg/desmatamento-na-amazonia-uma-perspectiva-historica-por-exame-research/>. Acesso em: 16 de Novembro de 2023.

[2] CUNHA, P. **O novo governo e a Amazônia: desproteção ambiental e privatização de terras públicas.** Confins, 501 | 2019. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/21149> Acesso em: 16 de Novembro de 2023.

[3] FAS (Fundação Amazônia Sustentável). **Fundação Amazônia Sustentável (FAS) divulga um balanço dos 14 anos de apoio à implementação do Programa Bolsa Floresta (PBF).** Disponível em: <https://fas-amazonia.org/transparencia/programa-bolsa-floresta/>. Acesso em: 28 de Setembro de 2023.

[4] LEMOS, A., SILVA, J. **Desmatamento na Amazônia Legal: Evolução, Causas, Monitoramento e Possibilidades de Mitigação Através do Fundo Amazônia**. Floresta e Ambiente, v. 8, n. 1, pp. 98-108, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2011.027>. Acesso em: 14 de Novembro de 2023.

[5] FEARNSIDE, P. **Os números do desmatamento são reais apesar da negação do presidente Bolsonaro.** Amazônia Real, ago., 2019. Disponível em: <https://amazoniareal.com.br/os-numeros-do-

desmatamento-sao-reais-apesar-da-negacao-do- presidente-bolsonaro/>. Acesso em: 07 de Novembro de 2023.

[6] FEARNSIDE, P. **Retrocessos sob o Presidente Bolsonaro: Um Desafio à Sustentabilidade na Amazônia**. Sustentabilidade International Science Journal, v.1, n.1., pp. 38-52, 2019. Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2019/Fearnside-Retrocessos_sob_o_Presidente_Bolsonaro-Revista_Sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 14 de Novembro de 2023.

[7] HASSLER, M. **A Importância das Unidades de Conservação no Brasil.** Sociedade & Natureza, v. 17, n. 33, pp. 79-89, dez. 2005. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/download/9204/5666>. Acesso em: 07 de Novembro de 2023.

[8] INMET (Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento Instituto Nacional De Meteorologia). **Panorama Geral Das Condições Meteorológicas E Os Principais Eventos Extremos Significativos Ocorridos No Brasil Em 2016**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/Panorama-Geral-2016-Brasil.pdf.> Acesso em: 07 de Novembro de 2023.

[9] MMACM (Ministério do Meio Ambiente e Mudanças do Clima). **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC)**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/areas-protegidas/sistema-nacional-de-unidades-de-conservacao-da-natureza-snuc#:~:text=O%20SNUC%20foi%20concebido%20de,territ%C3%B3rio%20nacional%20e%20nas%20%C3%A1guas>. Acesso em: 22 de Novembro de 2023.

[10] MMACM (Ministério do Meio Ambiente e Mudanças do Clima). **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm)**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/prevencao-e-controle-do-desmatamento/amazonia-ppcdam-1>. Acesso em: 16 de Novembro de 2023.

[11] VIANA, V. **Bolsa Floresta: um instrumento inovador para a promoção da saúde em comunidades tradicionais na Amazônia**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 64, pp. 143-153, dez., 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10352#:~:text=O%20Programa%20Bolsa%20Floresta%20implementa%20uma%20s%C3%A9rie%20de,%C3%AAnfase%20para%20as%20comunidades%20tradicionais%20da%20%22Amaz%C3%B4nia%20profunda%22>. Acesso em: 07 de Novembro de 2023.

[12] VIANA, V., TEZZA, J., SOLIDADE, V., MAROSTICA, S., SALVIATI, V. **Impactos do Programa Bolsa Floresta: uma avaliação preliminar**. Desenvolvimento Regional e Inclusão, v. 6, n. 1, pp. 201-218, 2012. Disponível em: <https://revista.ibict.br/inclusao/article/view/1703>. Acesso em: 07 de Novembro de 2023.

[13] VIANA, V., SOLIDADE, V., SALVIATI, V., VILARES, L., COSTA, M. **Programa bolsa floresta : trajetória, lições e desafios de uma política pública inovadora para a Amazônia**. Fundação Amazônia Sustentável, v. 1, n. 1, pp. 1-121, 2021. Disponível em: <//efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://fas-amazonia.org/novosite/wp-content/uploads/2022/02/livro-programa-bolsa-floresta.pdf> Acesso em: 07 de Novembro de 2023

[14] VIRÍSSIMO, V. **Bolsonaro se consolida como o presidente mais antiambiental da história brasileira**. Amigas da Terra Brasil. Brasil de Fato, 2021. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2021/12/20/bolsonaro-se-consolida-como-o-presidente-mais-antiambiental-da-historia-brasileira>. Acesso em: 16 de Novembro de 2023.

[15] PRODES (Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia). **Terrabrasilis**. Disponível em: <terrabrasilis.dpi.inpe.br>. Acesso em: 05 de Outubro de 2023.

[16] SILVA, M., FEARNSIDE, P. **Brasil: Meio Ambiente sob Ataque no Governo Bolsonaro**. Conservação Ambiental , v. 49, n. 4, pp. 203-205, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0376892922000364>. Acesso em 14 de Novembro de 2023.

[17] SUPERTI, E., AUBERTIN, C. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Amazônia: o desvio de um conceito - casos Amapá e Acre**. Desenvolv. Meio Ambiente, v. 35, p. 209-224, dez. 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/download/38976/27096>. Acesso em: 23 de Novembro de 2023.

Capítulo 8

Análise da eficácia das estações de tratamento de efluentes (ETE'S) em condomínios na cidade de Manaus-AM

Ester dos Santos da Silva Costa
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Considerando o alto potencial de contaminação dos corpos hídricos em decorrência dos constantes lançamentos de efluentes não tratados em Manaus, os órgãos licenciadores exigem um sistema de tratamento de esgoto para a concessão da licença de empreendimentos potencialmente poluidores, conforme a Lei Municipal Nº 1192 de 2007. A implantação e o monitoramento de Estações de Tratamento de Efluentes (ETE) em condomínios tem como objetivo a mitigação dos impactos causados e agravados pelo alto déficit de prestação de sistema de esgoto na cidade, visto que algumas regiões da cidade não possuem a prestação desse serviço. Com base nisso, esse estudo visou avaliar a eficácia das ETE's instaladas em 8 condomínios situados na cidade de Manaus – AM e para isto foi realizado análises físico-químicas das amostras coletadas nos pontos de Entrada e Saída das ETE's, comparando os resultados obtidos com o padrão de lançamento exigido pela Resolução CONAMA 430/11. Após a avaliação dos resultados notou-se que apenas 1 condomínio apresentou valores não satisfatórios pós-tratamento dos efluentes, assim havendo a necessidade de melhorias para que possa atender a demanda de cada empreendimento e evidenciando a importância do monitoramento dos efluentes lançados no corpo receptor, tornando possível a identificação de quais sistemas não estão cumprimento com a exigência da Resolução pertinente.

Palavras-chaves: Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), Análises físico-químicas, Condomínios

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e industrial gera impacto no desenvolvimento das cidades, trazendo uma expansão desordenada de áreas urbanas sem planejamento. Esse acontecimento impulsiona a intensa exploração do meio ambiente provocando impactos ambientais, resultando na contaminação do solo e dos recursos hídricos causados por efluentes domésticos lançados sem o devido tratamento e despejo de resíduos sólidos (NICÁCIO & JUNIOR, 2019; CAMPOS & KUHN, 2021). Isso se dá, pois, muitas cidades brasileiras não possuem um sistema de tratamento de esgoto eficaz, e aliado a isso, apenas uma pequena parcela da população possui rede coletora de esgoto em suas moradias, agravando ainda mais a qualidade das águas (LINS & LINS, 2019).

O lançamento desses efluentes não tratados gera influência nas características dos corpos hídricos e com a alta concentração de poluentes e as diversas substâncias lançadas no corpo receptor acarreta impactos diretos à fauna e à flora, contribuindo com a diminuição de oxigênio dissolvido, devido à alta concentração de matéria orgânica, grandes variações de temperatura e alteração do pH natural desses corpos d'água (ROSÁRIO & FERNANDES, 2018; GARCIA & HÜFFNER, 2022).

No Brasil, existem leis que asseguram o bem-estar público e a preservação dos recursos hídricos entre elas, destacam-se a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal Nº 9.433/07), contribuindo com a gestão dos recursos hídricos, conjuntamente a Resolução 430/11 do CONAMA que estabelece as características pré-lançamento do efluente que devem ser analisadas a fim do despejo no corpo receptor, também contribuindo para a qualidade das águas a Lei Nº 11.445 de 2007, conhecida como "Lei do Saneamento Básico" que busca promover e regulamentar a gestão da prestação de saneamento básico.

Entretanto, mesmo com os direitos básicos garantidos por lei, nos deparamos com um cenário preocupante na cidade de Manaus, devido à falta de planejamento na cidade. Segundo os dados apresentados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020), o município encontra-se entre as 20 piores cidades do Brasil. Os dados nos mostram que uma pequena parcela da população contempla rede de coleta de esgoto em suas moradias (19,9%), no entanto, meramente 31,78% dos efluentes gerados são destinados ao tratamento antes do lançamento nos rios e igarapés. Contudo, baseado em análises feitas por Oliveira et al. (2020), a cidade de Manaus apresenta um maior percentual de tratamento do esgoto coletados em relação as demais cidades do Estado do Amazonas.

A poluição das águas se torna ainda mais agravante quando levamos em conta as ocupações irregulares em áreas localizadas às margens dos cursos d'águas, aumentando o déficit de saneamento básico na região. A ausência do sistema de tratamento de esgoto, principalmente em áreas próximas a igarapés resulta em alto grau de contaminação bacteriológica, como observado por Dib et al. (2022). Em razão dos dejetos humanos lançados em corpo hídrico, há um aumento no risco de doenças transmitidas pela água, como: Hepatite A, Leptospirose, Cólera etc. e um comprometimento da qualidade dos recursos hídricos, as altas cargas de poluentes representam uma ameaça a diversidade biológica local (ANDRADE & ARAUJO, 2020; MOREIRA & TEIXEIRA, 2019).

A imposição da obrigatoriedade das ETE's em Manaus se dá pela Lei Nº 1192, de 31 dezembro de 2007 por meio dos órgãos licenciadores, que para a expedição ou renovação da licença exigem a instalação, bem como o monitoramento periódico dos parâmetros físico-químicos dos efluentes após o tratamento, além da realização da

manutenção preventiva e corretiva do sistema. A necessidade de implementação do sistema pode ser dada pelo porte do empreendimento, tipo de atividade exercida, também levando em consideração a quantidade de efluentes que serão gerados.

Segundo Reis *et al.,* (2020), os corpos d'água possuem um processo lento de autodepuração, agravando ainda mais com as grandes concentrações de poluentes que são lançadas nos rios e igarapés. Diante disso, faz se necessário a implementação de sistemas eficazes para tratar os efluentes domésticos e industriais, com isso os sistemas de tratamentos de efluentes têm por função a remoção das cargas poluentes e ajustar os parâmetros físico-químicos a fim de que, quando lançado não cause danos ao corpo receptor (PINTO *et al.,* 2018)

Após o exposto acima, este trabalho apresentará uma avaliação da eficácia das ETE's instaladas em condomínios na cidade de Manaus-AM. E para isso, foi analisado os resultados dos laudos técnicos das análises físico-químicos dos parâmetros da Entrada e Saída da ETE; comparando todos os resultados ao padrão estabelecido pelo CONAMA 430/11, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes e finalmente, identificar os parâmetros que não estão de acordo com o CONAMA 430/11.

2. MATERIAIS E METODOS

Para a elaboração desse estudo foram realizadas análises em laboratório das amostras de efluentes coletadas na Entrada e Saída das ETE's instaladas em 8 (oito) condomínios de pequeno porte, localizados na cidade de Manaus – AM, estes foram selecionados através de fatores que nivelassem as suas características. Os critérios utilizados foram a concentração e proximidade em relação aos rios e igarapés da cidade, além da realização da manutenção da ETE.

O *Standard Methods for the Examination,* manual reconhecido internacionalmente para examinar águas residuais e corpos d'água, foi o método utilizado no laboratório para analisar as amostras coletadas nos pontos de Entrada e Saída das ETE's. As amostras analisadas são referentes ao mês de janeiro e março de 2023. Posteriormente, esses dados foram comparados com os padrões estabelecidos pelo CONAMA através da Resolução 430/11, que define os padrões de lançamento para efluentes líquidos. A análise abrangeu parâmetros físico-químicos como o pH (potencial hidrogeniônico), a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5), óleos e graxas vegetais, sólidos sedimentáveis, materiais flutuantes e a temperatura. O Quadro 1 mostra as datas escolhidas para a coleta de cada ETE.

Quadro 1: Data da Realização das Coletas

DATA DA COLETA		
ID	**JANEIRO**	**MARÇO**
Condomínio - 01	17/01/2023	17/03/2023
Condomínio - 02	04/01/2023	03/03/2023
Condomínio - 03	23/01/2023	21/03/2023
Condomínio - 04	23/01/2023	21/03/2023
Condomínio - 05	10/01/2023	01/03/2023
Condomínio - 06	30/01/2023	22/03/2023
Condomínio - 07	12/01/2023	09/03/2023
Condomínio - 08	23/01/2023	21/03/2023

Fonte: Autores (2023)

Os resultados obtidos foram sujeitos a uma comparação com os limites estabelecidos pela Resolução 430/11, com o propósito de avaliar a eficiência operacional das ETE's. A Tabela 1 apresenta o limite máximo permitido para cada parâmetro por esta Resolução. Conforme detalhado na Tabela 2, os dados obtidos foram separados em dois grupos: o Grupo 01, contendo as análises das amostras referentes ao mês de janeiro e o Grupo 02 que integra as análises das amostras do mês de março. A avaliação da eficácia do tratamento do parâmetro DBO_5 foi obtido através da Equação 1.

$$\left(\frac{DBO_5\ de\ ENTRADA - DBO_5\ de\ SAÍDA}{DBO_5\ de\ ENTRADA\ x\ 100}\right) \qquad \text{Eq. 1}$$

Onde $DBO_5 de\ ENTRADA$, refere-se à quantidade de oxigênio necessária para decompor a matéria orgânica presente na água através da atividade de microrganismos quando os efluentes entram na ETE e $DBO_5 de\ SAÍDA$ representa a quantidade de oxigênio para decompor a matéria orgânica remanescente após o tratamento ter sido aplicado.

Tabela 1: Padrão de limite dos parâmetros estabelecidos pelo CONAMA 430/11

Parâmetros	Limite - CONAMA 430/11
pH	5,0 à 9
DBO5	Remoção Mínima de 60%
Óleos e Graxas Vegetais	Até 50 mg/L
Sólidos Sedimentáveis	Até 1,0 ml/L
Materiais Flutuantes	Ausente
Temperatura	Inferior à 40ºC

Fonte: Autores (2023).

3. RESULTADOS

Nesta seção, são evidenciados os resultados obtidos ao longo deste estudo onde 8 ETE's de diferentes condomínios localizados no município de Manaus passaram por análises físico-químicas para verificar a eficácia dos equipamentos avaliados, seguindo estritamente a Resolução CONAMA 430/11, quanto aos critérios e padrões de lançamento de efluentes.

Inicialmente, foi observado que alguns resultados apresentaram valores como "LQ" o que significa que existia baixa concentração deste parâmetro, estando abaixo do limite de detecção dos equipamentos usados no laboratório. Para Materiais Flutuantes utilizamos a letra "A" para denotar Ausência e "P" para indicar a presença desses nas amostras (Tabela 2).

Tabela 2: Conjunto das amostras coletadas.

Grupo	Condomínio	pH		DBO5		Óleos e Graxas Vegetais		Sólidos Sedimentáveis		Materiais Flutuantes		Temperatura	
		E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
1	C01	6,81	7,8	210	37	81	8	1,2	0,1	A	A	28,3	29,8
	C02	9,22	7,77	307	89	<LQ	<LQ	1,5	0,4	A	A	28	28,7
	C03	6,09	7,07	453,1	20,14	27,12	0	5,2	0,2	A	A	28,5	28
	C04	6,24	7,04	494,5	24,74	29,36	0	6,8	0,3	A	A	29	29
	C05	6,2	6,84	503,1	27,9	40,12	6,56	8,1	0,8	P	A	30,5	30
	C06	6,2	6,84	256	37	68	7,5	1,2	0,1	A	A	30,7	30,3
	C07	6,28	6,66	264	39	264	39	1,9	0,1	A	A	30,1	29,7
	C08	5,7	6,72	503,2	29,45	39,94	0	7,8	0,8	A	A	30,5	30
2	C01	6,71	7,11	261	32	90	9	1,8	0,1	A	A	27,8	26,9
	C02	8,33	6,19	151	82	< 20	< 20	0,6	< 0,4	A	A	28,3	28,5
	C03	6,04	6,88	500,8	25,45	40,55	0	7,3	0,4	A	A	28,5	28
	C04	6,15	7,07	500,2	23,85	37,03	0	6,9	0,3	A	A	29	28,5
	C05	6,29	7,27	466,8	23,27	31,9	0	5,2	0,2	A	A	29	29
	C06	6,81	7,7	206	29	58	6	1	0,1	A	A	30,4	31,3
	C07	6,56	7,08	261	40	95	10	1,6	0,1	A	A	30	30,8
	C08	6,02	6,69	503,9	30,69	49,55	14,04	8,6	0,9	P	A	29	28,5

Fonte: Autores (2023).

3.1. pH

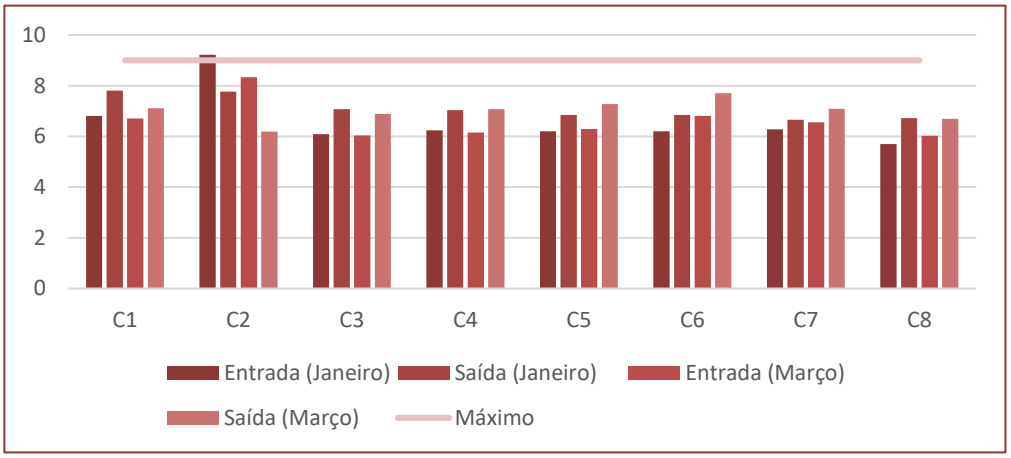
O pH (potencial hidrogeniônico), é um parâmetro essencial para a avaliação da qualidade da água, ele indica o grau de acidez e alcalinidade na água, sendo ácida para valores baixos e alcalino para valores mais altos, pH medindo entre 0 à 7 indica uma solução ácida, pH igual a 7 indica neutralidade e pH acima de 7 indica alcalinidade.

Ao analisar o gráfico 1, observamos que em ambos os grupos de janeiro e março, os resultados de Saída das ETE's apresentaram conformidade com a Resolução CONAMA 430/11. No entanto, durante o mês de janeiro (Grupo 01) foi observada na entrada da ETE do Condomínio 2 um valor de pH de 9,22, o que representa um grau de alcalinidade acima do limite máximo permitido, indicando que os efluentes recebidos por este não satisfaziam os critérios de qualidade estabelecidos entre 5 à 9 pela Resolução antes do tratamento.

É importante ressaltar que, após o processo de tratamento realizado na ETE, o parâmetro de pH foi ajustado mostrando valores em torno de 7,77, o que demonstra a eficácia da estação no tratamento, pelo menos para esse parâmetro. Esse resultado evidencia a capacidade da ETE do Condomínio 2 em adequar os níveis de pH dos efluentes para atender aos padrões estipulados. O controle do pH é importante pois ele influência diretamente nas reações químicas e quando alcalino, afeta o crescimento de

microrganismos responsáveis por fazer a oxidação da matéria orgânica, impactando a DBO (COSTA *et al.,* 2019).

Gráfico 1: Resultado das Análises de pH.



Fonte: Autores (2023).

3.2. DBO_5

Segundo Budeiz & Aguiar (2020), a DBO_5 representa a quantidade de oxigênio necessária para decompor a matéria orgânica através da ação de bactérias aeróbicas dentro de um tempo e temperatura estipulado. Ela é um importante indicador de poluição do corpo hídrico, quanto maior a DBO_5, maior a concentração de matéria orgânica, o que indica um grau de poluição elevado.

Igualmente ao parâmetro anterior, este parâmetro foi analisado em relação aos dois grupos (janeiro e março), como é possível visualizar através do Quadro 3. Os resultados referentes ao mês de janeiro (Grupo 01) encontram-se de acordo com o estabelecido pelo padrão CONAMA 430/11, entretanto, observamos que em março (Grupo 02) o condomínio 2 apresentou remoção de 45,70% da matéria orgânica, o que caracteriza uma não conformidade com os padrões de lançamento.

A baixa eficiência na remoção da matéria orgânica nesse condomínio pode estar ligada aos resultados de pH registrados em março (Entrada da ETE = 8,33 e Saída da ETE = 6,19) possivelmente desempenharam um papel na determinação da DBO durante o mesmo período. Isso porque de acordo com Costa *et al.,* 2019, a faixa ideal de pH para o crescimento da maioria das bactérias geralmente está situada entre 6,5 e 7,5. Porém, é importante ressaltar, que os mesmos pesquisadores, informam que os valores de pH encontrados em março ainda estão dentro dos padrões aceitáveis de pH para a maioria desses microrganismos, que variam de pH 4 a 9.

Além de outros fatores como temperatura, falta de manutenção adequada, dimensionamento inadequado ou problemas operacionais. Sendo necessário a investigação de outros parâmetros para identificar a causa desse desempenho insatisfatório.

Quadro 3: Resultado das Análises de DBO5

DBO5 (mg/l)							
ID	Janeiro		Março		CONAMA 430/11	Remoção (Janeiro)	Remoção (Março)
	ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA			
C1	210	37	261	32	Remoção Mínima de 60 %	82,38%	87,73%
C2	307	89	151	82		71%	45,70%
C3	453,09	20,14	500,84	25,45		96%	94,92%
C4	494,53	24,74	500,22	23,85		94,99%	95,23%
C5	503,13	27,9	466,82	23,27		94,45%	95%
C6	256	37	206	29		85,54%	85,92%
C7	264	39	261	40		85,22%	84,67%
C8	503,23	29,45	503,92	30,69		94,14%	93,90%

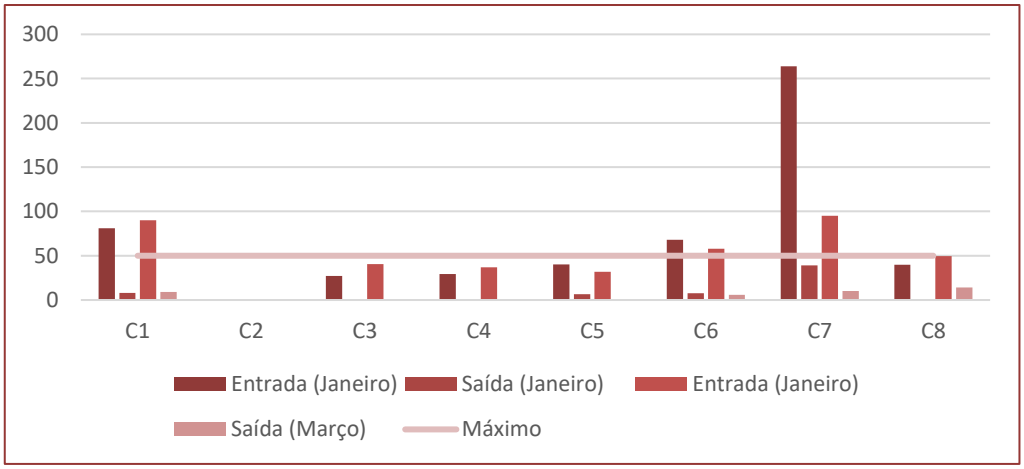
Fonte: Autores (2023).

3.3. ÓLEOS E GRAXAS VEGETAIS

Conforme Ribeiro & Botari (2022), óleos e graxas são compostos orgânicos, derivados de diferentes fontes como animal, vegetal e mineral. Os efluentes contaminados por óleos e graxas podem prejudicar os processos de tratamento aeróbico e anaeróbico impedindo o processo de remoção de outros poluentes. Isso pode resultar na liberação de água tratada de baixa qualidade.

Analisando o Gráfico 2, vemos que durante o mês de janeiro (Grupo 1), a amostra coletada na Entrada da ETE do condomínio 7, apresentou um alto grau de concentração de Óleos e Graxas vegetais, excedendo consideravelmente o limite máximo previsto pelo CONAMA chegando a 264 mg/L. No entanto, após o tratamento realizado na ETE, nota-se uma redução de 85% do valor inicial, chegando a 39 mg/L, o que evidencia a eficácia da ETE. Os demais condomínios também apresentaram valores satisfatórios quanto ao cumprimento do limite.

Gráfico 2: Resultado das Análises de Óleos e Graxas Vegetais.



Fonte: Autores (2023).

3.4. SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS

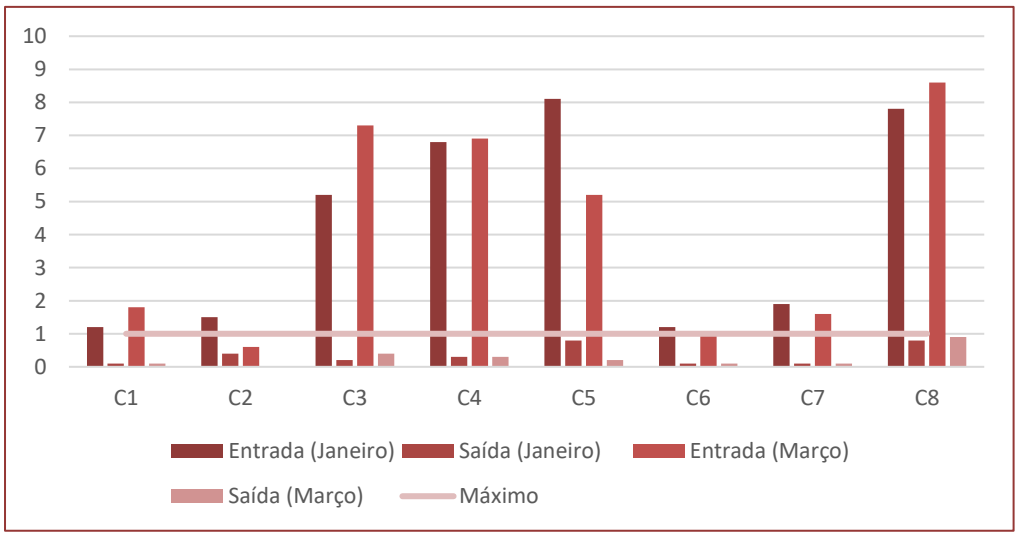
Conforme afirmado por Costa & Mendonça (2019), os componentes sólidos encontrados nas águas residuais são categorizados com base em sua dimensão, composição química e capacidade de decantação. Sólidos Sedimentáveis referem-se a partículas sólidas que têm capacidade de se depositar, em cerca de uma hora, no meio líquido.

Os resultados obtidos revelaram que, durante os dois meses analisados (janeiro e março), os valores de Sólidos Sedimentáveis permaneceram em conformidade com os limites estabelecidos pelo CONAMA em todos os condomínios. Entretanto, ao observarmos o resultado referente ao mês de janeiro do Condomínio 2, obtemos um percentual de eficiência de 73,3%, enquanto os demais condomínios apresentaram uma eficiência acima de 89%. Este resultado pode estar interligado a influência do pH no tratamento de sólidos sedimentáveis, visto que, durante este mesmo período, o referido parâmetro registrou um alto grau de alcalinidade na entrada da ETE, com resultado acima do limite permitido pela Resolução 430/11.

Além disso, ao observar o Gráfico 3, notou-se que o condomínio 8 apresentou durante os dois meses, resultados próximos ao limite máximo de 1,0 mg/L mediante a quantidade de sólidos sedimentáveis que adentrou a ETE, evidenciando a diminuição da eficiência do equipamento conforme a quantidade de sólidos sedimentáveis adentrava no sistema.

Portanto, torna-se evidente a necessidade de implementar medidas preventivas e de manutenção, bem como investir em práticas que promovam a redução desses sólidos sedimentáveis, garantindo o pleno funcionamento da ETE e contribuindo para a preservação ambiental a longo prazo.

Gráfico 3: Resultado das Análises de Sólidos Sedimentáveis.



Fonte: Autores (2023).

3.5. MATERIAIS FLUTUANTES

Esses materiais podem ser de origem antropológica e natural, como por exemplo plásticos, óleos, detritos orgânicos, folhas e outros elementos caracterizados por possuírem a densidade inferior à da água, ou seja, materiais que são capazes de permanecer na superfície da água quando submersos.

Os dados apresentados no Quadro 4 evidenciam a eficácia das ETEs no tratamento de Material Flutuante. Em janeiro, no Condomínio 5, observou-se Material Flutuante na entrada da ETE, mas esse parâmetro estava ausente na saída, indicando uma remoção eficiente durante o processo de tratamento. Da mesma forma, em março, o Condomínio 8 apresentou Material Flutuante na entrada da ETE, mas na saída, não foi identificado a presença desse parâmetro, confirmando a eficácia do tratamento. A remoção bem-sucedida desse parâmetro é crucial para evitar obstruções nos sistemas de esgoto e garantir a conformidade com as regulamentações ambientais.

Quadro 4: Resultado das Análises de Materiais Flutuantes.

Materiais Flutuantes					
ID	Janeiro		Março		CONAMA 430/11
	ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA	
C1	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
C2	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	
C3	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	
C4	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	
C5	Presença	Ausente	Ausente	Ausente	
C6	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	
C7	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	
C8	Ausente	Ausente	Presença	Ausente	

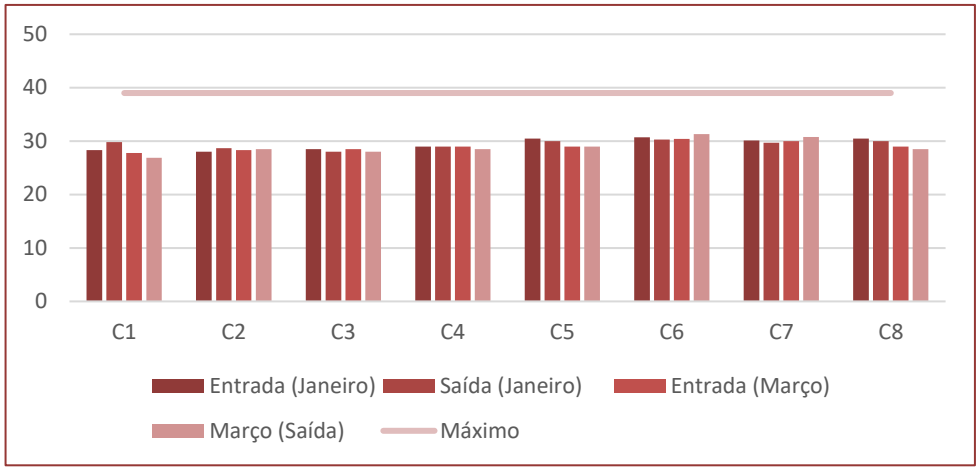
Fonte: Autores (2023).

3.6. TEMPERATURA

A temperatura exerce influência no tratamento dos efluentes por ser capaz de acelerar processos físicos, químicos e biológicos. De acordo com Costa *et al.,* (2019) a temperatura possui uma variação média ideal para as atividades bacterianas, estando entre 25 e 35ºC, e para um melhor desempenho é 35ºC, o que gera um impacto direto na DBO.

Os resultados apresentados no Gráfico 4 indicam que os valores de temperatura nas etapas de entrada e saída das ETE's permanecem em conformidade com as diretrizes dispostas pela legislação ao longo dos meses analisados. Isso sugere que a temperatura não apresenta grandes variações durante o processo de tratamento de esgoto, demonstrando a eficiência das ETE's em manter esse parâmetro dentro dos limites legais.

Gráfico 4: Resultado das Análises de Temperatura.



Fonte: Autores (2023).

Diante dos resultados analisados, verificamos que apenas 1 de 8 condomínios avaliados apresentou ineficiência no tratamento dos efluentes em comparação aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 430/11. O condomínio 2 apresentou um baixo rendimento na redução da matéria orgânica durante o mês de março (Grupo 02), além do percentual médio no tratamento de sólidos sedimentáveis quando comparada as outras ETE's avaliadas neste estudo.

Vale ressaltar também que o condomínio 8 apresentou uma constante queda no rendimento do sistema durante o tratamento de sólidos sedimentáveis. Havendo a necessidade de melhorias nos equipamentos a fim de prevenir que as ETE's dos condomínios 2 e 8 gerem impactos no corpo receptor onde são lançados os seus efluentes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo mostrou uma análise da qualidade da água dos efluentes domésticos de oito condomínios residenciais na região metropolitana de Manaus, no período de janeiro a março de 2023. Conforme os dados obtidos através desse estudo e após uma comparação com a Resolução CONAMA 430/11, observamos que de 8 condomínios analisados 7 apresentaram valores satisfatórios, alcançando a eficiência no tratamento de todos os parâmetros avaliados.

Pôde-se verificar também a necessidade de melhorias em sistemas que apresentaram resultados dentro do limite estabelecido, porém demonstrava um baixo percentual na eficiência para o tratamento de sólidos sedimentáveis. Com isso torna-se evidente a importância do monitoramento na garantia do pleno funcionamento das Estações de Tratamento de efluentes a fim de remediar e potencializar as medidas mitigadoras nos impactos gerados por efluentes domésticos.

REFERÊNCIAS

[1] ALENCAR, V. E. S. A.; ROCHA, E. J. P.; SOUZA JUNIOR, J. A.; CARNEIRO, B. S. **Análise de parâmetros de qualidade da água em decorrência de efeitos da precipitação na baia de Guajará – Belém – PA.** Revista Brasileira de Geografia Física v.12, n.02, p. 661-680, 2019. Disponível em: <DOI: 10.26848/rbgf.v12.2.p661-680>

[2] ALVES, L.S; MARTINS, L.A; JESUS, L.B. **Avaliação da qualidade da água na bacia do rio Camarajipe (Salvador – Brasil): diagnóstico dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e determinação do IQA.** Revista Brasileira de Meio Ambiente, v.6, n.1. P. 071-080, 2019.

[3] ANDRADE, R.S; ARAÚJO, E.S. **Ocupações irregulares das margens do rio cereja em Bragança - Pará e os danos causados para o ecossistema natural.** II CONARA, 2020. Disponível em: < https://conara.unifesspa.edu.br/images/II_CONARA_2020/ARTIGOSCIVIL/3_-_ENG_5_-_OCUPAO_IRREGULARES_DAS_MARGENS_DO_RIO_CEREJA_EM_BRAGANA_-_PAR_E_OS_DANOS_CAUSADOS_PARA_O_ECOSSISTEMA_NATURAL.pdf> Acessado em: 11/11/2023

[4] BUDEIZ, V.; AGUIAR, A. **Monitoramento e Relacionamento dos parâmetros DQO e DBO5 em afluente e esgoto tratado das cidades de Itajubá e Pedralva, MG**. Periódico Tchê Química, v.17, n.34, p.80-92, 2020. Disponível em: < www.periodico.tchequimica.com80MONITORAMENTO>

[5] CAMPOS, R.F.F; KUHN, D.C. **Análise da interação de uma fonte pontual de lançamento de esgoto sanitário com a qualidade da água de um sistema lótico, Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil.** Revista Nature and Conservation, v.14, n.3, p. 98-102, 2021. < https://www.academia.edu/92559850/Análise_da_interação_de_uma_fonte_pontual_de_lançamento_de_esgoto_sanitário_com_a_qualidade_da_água_de_um_sistema_lótico_Rio_do_Peixe_Santa_Catarina_Brasil >

[6] COSTA, V.L.J. et al. **Avaliação da eficiência do tratamento do efluente da ETE-UFS**. ABRH, 2019. Disponível em: < https://anais.abrhidro.org.br/ > Acessado 11/11/2023

[7] DIP, B.S.; CANHOTO, O. M. F.; MORAES, R. P. G.; SILVA, I. R. **Saneamento Básico: Impactos ambientais causados pelo despejo de esgoto no Rio Negro (Amazonas-Brasil).** Research, Society and Development, v. 11, n. 13, e506111335693, 2022. Disponível em: < https://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35693>

[8] FREITAS, T. J. C. O. **Influência do consumo per capita e da concentração de DBO nos custos de ETE em municípios de pequeno porte**. Repositório Institucional UFRN, 2019. Disponível em: **<** https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/40756 > Acessado em 11/11/2023

[9] GARCIA, N. L. S; HÜFFNER, A. N. **A Importância do enquadramento como instrumento de gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica do Rio Caí em Montenegro/RS.** IBEAS, 2022. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.VIII-001 > Acessado em 11/11/2023

[10] LIMA, I.D.R. **Estudo de caso: Aplicação de nanotecnologia em uma estação de tratamento de efluentes domésticos em São Miguel dos Milagres – Alagoas.** Caderno de Graduação – Ciências Exatas E Tecnológicas – UNIT- Alagoas, v. 7, n.1, p. 51-64, 2021. Disponível em: < https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjEt9b025yDAxU0qJUCHdKKCZ0QFnoECA0QAQ&url=https%3A%2F%2Fperiodicos.set.edu.br%2Ffitsexatas%2Farticle%2Fdownload%2F10299%2F4747%2F30415&usg=AOvVaw3vueuIVHjkCmjUQLecih8O&opi=89978449>

[11] LINS, K.J.P; LINS, M. A. F. Saneamento Básico: Impacto do esgoto despejado na orla de Olinda-PE. Holos Environment, v.19, n. 2, p. 220-234, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/holos.v19i2.12318>

[12] MOREIRA, S. R. S; TEIXEIRA, A. S. M**. Impactos ambientais causados pela ação do homem no igarapé grande em Boa Vista/RR.** Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, v.7, n.1, p.74-88, 2019.

[13] NICÁCIO, J.A; JUNIOR, A.P. **Saneamento básico, meio ambiente e a saúde pública em Açailândia – MA.** Revista Saúde e Meio Ambiente, v. 8, n.1, p. 123-136, 2019.

[14] OLIVEIRA, E.D.G.N. et al. **Impactos ambientais causados pela falta de saneamento básico em Manaus.** Brazilian Journal of Development, v.7, n.12, p. 120571-120585, 2021.

[15] PINTO, J.S. et al. **Gestão ambiental aplicada na estação de tratamento de efluentes de uma indústria de papelão: Um estudo de caso.** XX ENGEMA, 2018. Disponível em: <

http://engemausp.submissao.com.br/20/anais/arquivos/143.pdf > Acessado em 11/11/2023

[16] REIS, I; FERNANDES, C. E; FERNANDES, L. I. F. A. Ocupação urbana: uso desordenado dos recursos hídricos no córrego João Cesário em Anápolis-GO. Brazilian Journal of Development, v.6, n.1, p.1116-1137, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-079>

[17] RIBEIRO, M.P; BOTARI, A. **Eficiência da remoção de DQO, surfactantes e de óleos e graxas totais na estação de tratamento de esgoto vila city na cidade de Paranavaí – Paraná**. Brazilian Journal of Health Review, v.5, n.1, p.3874-3884, 2022. Disponível em: < https://doi.org/10.34119/bjhrv5n1-331>

[18] ROSÁRIO, L.N; FERNANDES, J.G. **Estudo de autodepuração do rio Paraíba do Sul após lançamento do efluente de uma ETE.** AEDB, 2018. Disponível em: < https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos18/30726363.pdf > Acessado em: 11/11/2023

Capítulo 9

Impactos ambientais gerados por uma invasão na área de proteção do Igarapé do Quarenta

Robert de Jesus Carlos
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: A cidade de Manaus é cercada por igarapés urbanos são amplamente descaracterizados e impactados ambientalmente pelas invasões/ocupações irregulares, e ainda, afetados diariamente pelo lançamento de resíduos líquido e sólidos. Este artigo tem como objetivo mostrar os principais impactos ambientais ocorridos em torno do igarapé do Quarenta no entre os anos de 2001, 2016 e 2023. Por meio do Google Earth Pro e do software ARCGIS, foi realizado um estudo por meio do mapeamento da área do igarapé do Quarenta, e delimitado sua Área de Proteção Permanente (APP) e complementando o estudo com visitas in-loco verificação dos impactos na área. Os resultados mostraram que com o tempo, a bacia do Quarenta teve um grande aumento no número de ocupações irregulares. Ainda, durante os anos de 2001, 2016, e 2023 ocorreram mudanças nas áreas de ocupações irregulares, diminuindo as áreas verdes, aumentando do assoreamento, descarte incorreto de resíduos sólidos e despejos de esgoto sem tratamento.

Palavras-chave: Impactos Ambientais; Igarapé do Quarenta; Invasões Irregulares.

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Manaus esta localizada na região da bacia hidrográfica do rio Amazonas e próxima a maior floresta tropical do mundo (XAVIER *et al*., 2022). A metrópole da floresta segundo o IBGE (2020), possui uma população em torno de 2.219.580 habitantes, além disso é a terceira cidade do país que mais contribui para as emissões de CO_2 por habitante (IPAM AMAZÔNIA, 2021).

Devido ao seu clima tropical úmido, a precipitação acumulada anual na região é em torno de 3000 mm (FISCH *et al*.,1996), que auxilia na manutenção dos cursos d'água superficiais e subterrâneos. Assim, a cidade é banhada por quatro igarapés principais, sendo eles Educandos, São Raimundo, Tarumã e Puraquequara, além de diversas microbacias e sub-bacias, totalizando uma média de 130 igarapés (BARBOSA, 2023). O aumento das áreas urbanas, é responsável por grandes perdas e degradação no solo e dos cursos d'água, causando inundações, secas, falta de água, odor forte e paisagem destruída (OLIVEIRA, 2023).

Para Bezarra & Souza (2021), a pressão exercida pelas invasões irregulares no perímetro urbano pode provocar a alteração no solo, da paisagem, qualidade e quantidade das águas subterrâneas. Além disso, elas são responsáveis por grande parte dos despejos e acúmulo de resíduos sólidos e líquidos formadores de chorume, forte odor, impacto visual, e proliferação de vetores e doenças em torno da região. Contudo, de acordo o código florestal Lei 12.651/2012, as Áreas de Proteção Permanente (APP) cobertas ou não por vegetação nativa, foram criadas com objetivo de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, além de facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (SANTOS et al., 2019).

Apesar disso, é possível observar a discrepância dos indicadores ambientais na cidade de Manaus, quando se analisa as políticas de gestão de recursos hídricos e ambientais, onde é possível encontramos características semelhantes às de grandes centros urbanos, como ocupação urbana não planejada e falta de saneamento básico que atualmente abrange apenas cerca de 10% da população da capital do Amazonas (FERNANDO, 2018).

A vulnerabilidade ambiental das áreas próximas de rios e igarapé é um fator muito importante pois ela possui a função de conservar o ambiente ao redor de rios e igarapés. Ainda, Simas & Rodrigues (2020) mostraram que a vulnerabilidade ambiental em regiões próximos a rios e igarapés são responsáveis na geração dos problemas socioambientais dos moradores em torno dessa região (BRANDÃO & BEZERRA, 2018)

As ocupações irregulares próximas as margens dos igarapés, geram problemas e consequências em cadeia, e seus impactos ambientais estão fortemente relacionados a degradação da mata ciliar (CALDERARO *et al*., 2023). Ainda, esta concentração de moradias nas áreas próximas aos rios tem intensificado a impermeabilização do solo, aumentando o assoreamento, despejos de resíduos líquidos e sólidos de forma irregular, tornando essas áreas susceptíveis a inundações (FERNANDO, 2018).

Mas para resolvermos os problemas das ocupações irregulares é necessário identificá-las, pois boa parte delas estão localizadas em zonas de difícil acesso, assim, uma forma de identificar as ocupações é por meio de tecnologias e metodologias de mapeamento baseada em técnicas de geoprocessamento (DOURADO & PINHEIRO, 2018). Essas técnicas utilizam imagens de satélites, processadas por computadores, com o

intuito de alimentar bases de dados de ocorrência de fenômenos espaciais georreferenciados, de forma a convertê-los em informações úteis (MEDEIROS *et al*., 2019).

Podemos destacar que Neto et al., (2019) mostra a importância da ferramenta ARCGIS e SIG para o processo de coleta e processamento de dados das áreas de ocupação irregulares e quais são os primeiros passos que eles fazem que estão invadidos área irregular. De acordo com Luis (2021), a ferramenta ARCGIS auxilia no mapeamento das áreas urbanas, naturais, de difícil acesso, além do monitoramento e manutenção de canais fluviais (GOMES *et al*., 2019).

O presente trabalho tem o intuito de mostrará os impactos impactais na bacia do Quarenta, mostrando por meio do *software* ARCGIS versão 10.8 sua área e descrevendo melhor o que está acontecendo ao seu entorno, foi trabalhado imagens temporais descrevendo as principais mudanças dos anos de 2001, 2016 e 2023.

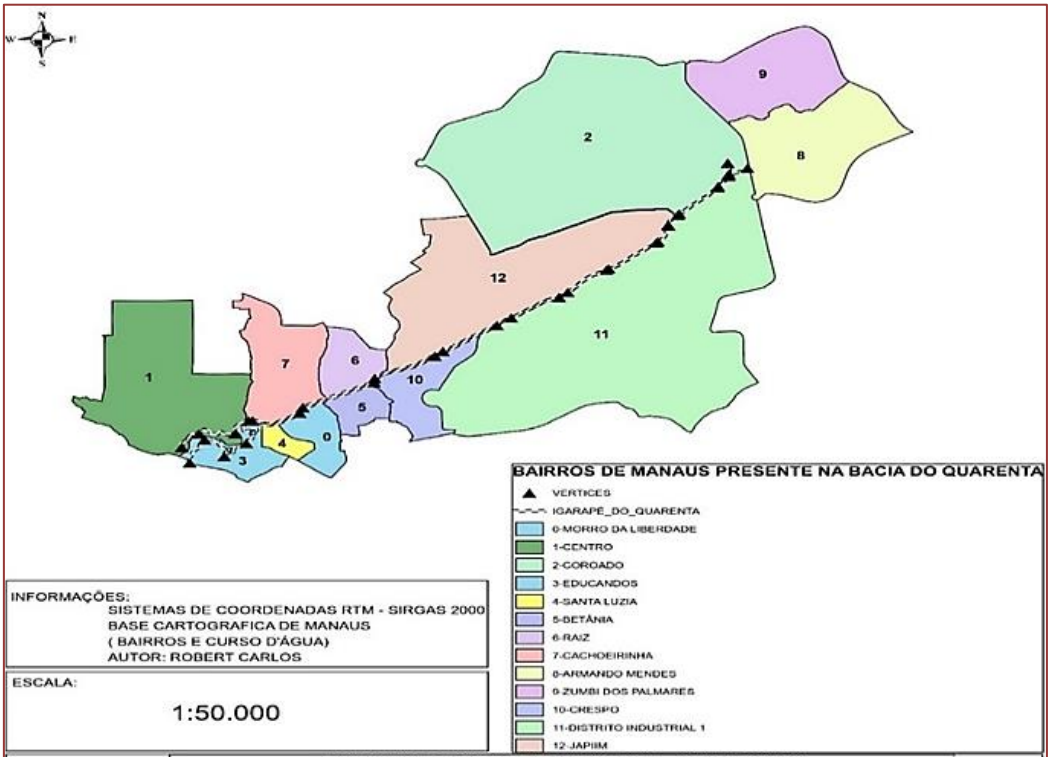
2. MATERIAL E MÉTODOS

A cidade de Manaus possui inúmeros igarapés em sua área urbana e eles são essenciais na sua dinâmica. Assim, estudo analisou a problemática das ocupações próximos a áreas de APPs e seus impacto ao igarapé do Quarenta. Para isso, foi realizada uma análise temporal das imagens do satélite Google Earth Pro dos anos de 2001, 2016 e 2023, as quais passaram por um rígido controle de qualidade.

Por meio dessas imagens foi realizada o estudo da evolução das áreas de invasões ocorridas em locais de Proteção Permanente, localizadas em torno do percurso do Igarapé do Quarenta. A análise espacial e temporal das invasões foi possível ser identificadas por meio do tratamento das imagens de satélite em anos diferentes pelo *software ARCGIS* versão 10.8, usando as coordenadas RTM – SIRGAS 2000. Para a elaboração da análise foram confeccionados mapas de uso da terra e delimitação das informações sobre a Área de Proteção Permanente (APP) (Figura 1).

As imagens foram analisadas de forma visual identificando em cada uma delas os impactos decorrentes das invasões, onde o foco foi os corpos hídricos e os resíduos domésticos e industriais lançados na área. Além das análises por meio de sensores remotos, foram realizadas visitas *in-loco*, onde a área de 20 km do torno do igarapé foi visitada a cada 100 m para a identificação dos impactos, identificadas por pontos pretos na Figura 1. A cada intervalo foi investigado alguns parâmetros como por exemplo, resíduos líquidos e sólidos lançados, coloração do igarapé, possíveis animais indicadores de poluição etc., com o auxílio de registros fotográficos na identificação dos impactos encontrados.

Figura 1: Mapa de localização da Bacia do Quarenta.



SISTEMAS DE COORDENADAS RTM - SIRGAS 2000

VERTICES	ESTE	NORTE	VERTICES	ESTE	NORTE
V-01	397.986,8695	4.652.715,6911	V-18	403.159,4401	4.655.516,3718
V-02	398.096,8168	4.652.428,5396	V-19	403.279,9683	4.655.609,1719
V-03	398.220,7820	4.652.973,1925	V-20	403.808,1473	4.656.023,9438
V-04	398.297,5561	4.652.860,4524	V-21	403.841,6033	4.656.045,3838
V-05	398.717,6941	4.652.973,6492	V-22	404.488,9185	4.656.528,7028
V-06	398.569,8595	4.652.547,9220	V-23	404.513,8146	4.656.553,6148
V-07	398.869,5024	4.652.791,3405	V-24	404.661,2899	4.656.844,9884
V-08	398.954,5210	4.653.212,3821	V-25	404.653,0299	4.656.863,5194
V-09	398.905,0435	4.653.213,5725	V-26	404.787,4801	4.657.050,5198
V-10	399.604,7624	4.653.359,5966	V-27	404.805,0302	4.657.068,3097
V-11	399.646,0182	4.653.461,4044	V-28	405.334,2397	4.657.567,4793
V-12	400.624,6191	4.653.930,4648	V-29	405.341,3202	4.657.581,8297
V-13	400.630,0224	4.654.004,8230	V-30	405.483,5375	4.657.771,0263
V-14	401.458,4373	4.654.419,4483	V-31	405.474,5886	4.657.795,2797
V-15	401.569,5056	4.654.507,9903	V-32	405.489,6300	4.657.811,8114
V-16	402.307,4346	4.654.991,5876	V-33	405.744,4738	4.657.924,2993
V-17	402.503,5269	4.655.135,5722	V-34	405.471,7391	4.658.017,7378

Fonte: Autores (2023).

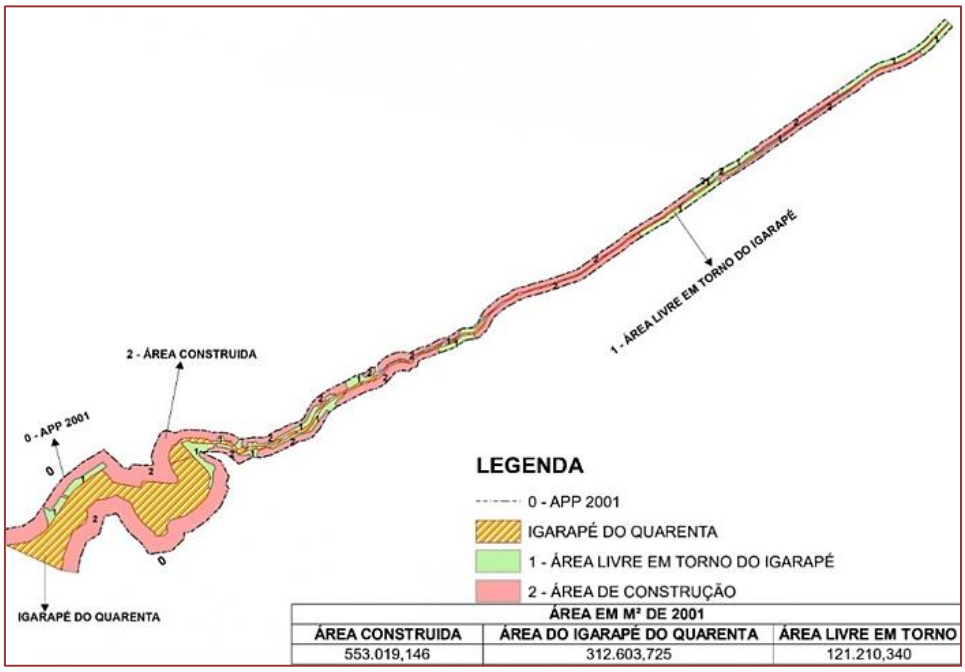
3. RESULTADOS

Por meio das imagens satélite e das visitas na área de estudo, verificou-se que os impactos ambientais ocorridos no perímetro do igarapé do Quarenta são inicialmente, decorrentes do aumento das moradias irregulares em seu entorno deste, chegando a cerca de 10.000 (dez mil) moradias no interior da APP. O governo tentando melhorar a vida da população residente das margens dos canais interveio com o PROSAMIM (programa de saneamento ambiental dos igarapés de Manaus) no qual foi canalizado o igarapé e teve a remoção da população para outras áreas. Apesar de tudo que foi feito, o requisito sanitário não cumpriu o necessário pois no período chuvoso nota-se uma alta elevação das águas, e o acúmulo de lixo (resíduos sólidos) é bem grande, gerando forte odor devido a decomposição e causando proliferação de doenças.

Ao analisar ano de 2001, nota-se a presença de ocupações irregulares em torno da APP do igarapé do Quarente de aproximadamente 553.019,146 m^2, mas ao mesmo tempo, ainda é possível notar a presença de áreas verdes de aproximadamente 121.210,340 m^2.

Vale ressaltar, que as ocupações irregulares dentro da APP são na maioria famílias carentes e de baixo poder aquisitivo (um salário-mínimo), fator que iniciou com o ciclo da borracha e a implementação da zona franca de Manaus.

Figura 2: mapeamento do Quarenta do ano de 2001.



ÁREA EM M² DE 2001		
ÁREA CONSTRUIDA	ÁREA DO IGARAPÉ DO QUARENTA	ÁREA LIVRE EM TORNO
553.019,146	312.603,725	121.210,340

Fonte: Autores (2023).

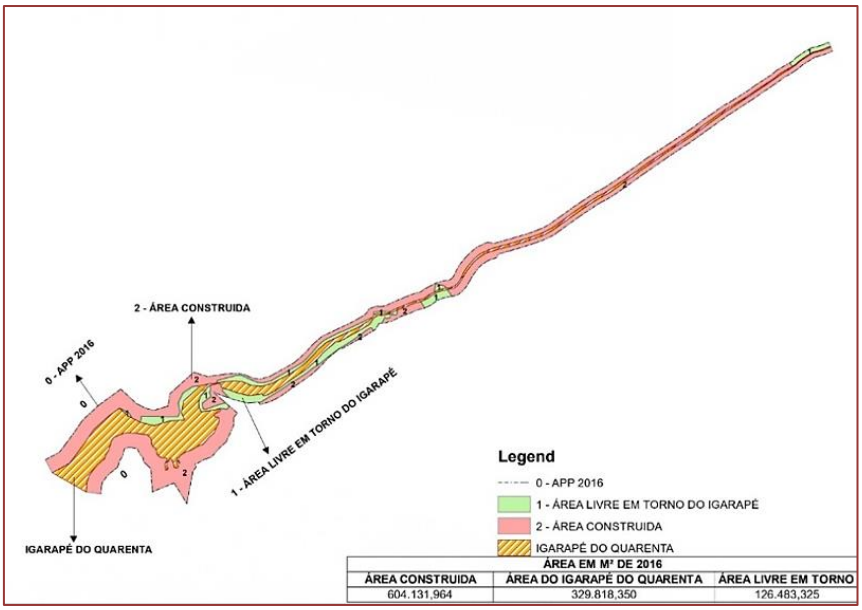
Com o passar dos anos, ocorreram mudanças no curso do igarapé do Quarenta como, sua canalização, estrangulamento, assoreamento, aterros e lixos dos canais fluvial, causando enchentes e inundações na área. Ao mesmo tempo, a remoção das áreas vegetadas as margens do igarapé diminuem a infiltração e aumentam o escoamento superficial das águas pluviais, como mostra a Figura 3. Analisando a evolução temporal do uso da terra na Bacia do Alto Rio das Velhas, Mendes & Costa (2022), mostraram igualmente que essas mudanças durante um período de 30 anos podem ocasionar pressões ambientais nos mananciais e que eles impactam tanto os solos quanto a sua disponibilidade hídrica.

Ainda, a diminuição da vegetação mostrada na Figura 3, e o acúmulo de lixo em entorno do igarapé observado durante as visitas podem ter ocasionado o assoreamento do igarapé do Quarenta ao longo do tempo, que pode ser um fator das inundações. Adicionalmente, em 2016 o projeto PROSAMIM (Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus) havia sido implementado no igarapé do Quarenta, proporcionando o reassentamento de em torno de 2 mil pessoas. Apesar da implementação do projeto, resolver o problema dos conglomerados assentados em torno do igarapé e proporcionar a eles moradia de qualidade, o lançamento dos resíduos domésticos no igarapé do Quarento, continuam acontecendo.

No ano de 2016 tivemos um grande aumento nas ocupações irregulares com área de 604.131 m^2 e sua área verde chegando a ter um pequeno aumento de 126.818 m^2. Esses resultados concordam com estudos realizados na região que mostraram, a fragilidade do igarapé do Quarenta à inundações e alagamento como mostrado por (SILVA, 2018; MONTE *et al.,* 2018; SILVA *et al.,* 2019; SILVA *et al.,* 2020). Em consequência dos assoreamentos e lixos nos canais e vias.

Contudo as inundações e o acúmulo dos resíduos em torno do igarapé do Quarenta são focos de proliferação de doenças por meio das inundações dos esgotos a céu aberto na região e impermeabilização dos cursos de água os quais são concretados causando a falta de infiltração e acarretando o escoamento de forma desornada e aumento da água (Figura 3).

Figura 3: Delimitação do igarapé do Quarenta durante o ano de 2016.



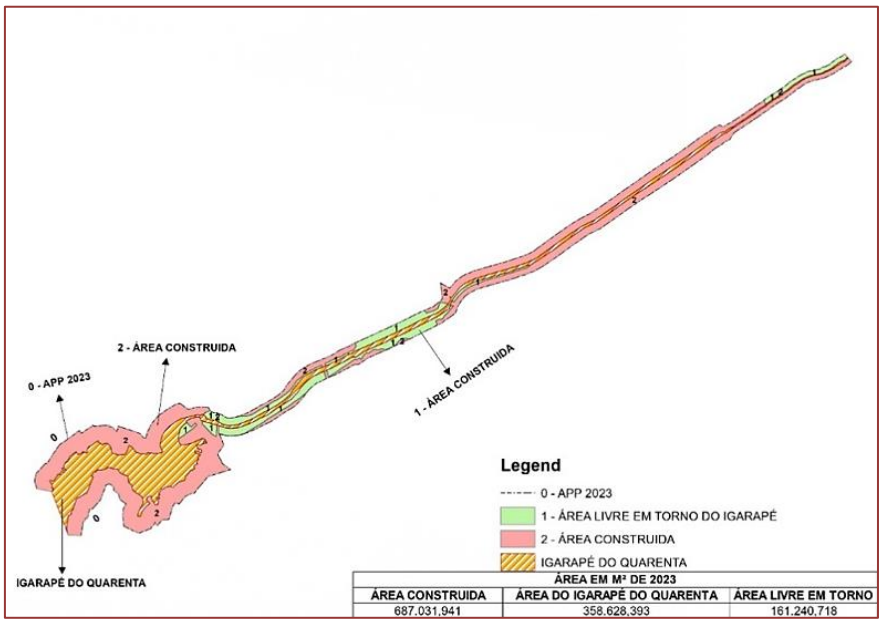
ÁREA EM M² DE 2016		
ÁREA CONSTRUIDA	ÁREA DO IGARAPÉ DO QUARENTA	ÁREA LIVRE EM TORNO
604.131,964	329.818,350	126.483,325

Fonte Autores (2023).

Analisando as mudanças ocorridas no de 2023 (Figura 4), foi possível verificar que o curso do igarapé foi totalmente canalizado e modificado devido infraestrutura do PROSAMIM, o auxiliou várias famílias por meio de moradias, porém, ainda é muito insuficiente em relação ao saneamento básico. A implementação do projeto PROSAMIM deveria ter solucionado os problemas com as invasões e ocupações irregulares, porém, verificou-se na Figura 4 que no ano de 2023 elas aumentaram mais na área da APP, diminuindo sua área para 687.031 m^2, e sua área verde chegando a 161.240 m^2.

Podemos notar que, do primeiro ano analisado (2001) até o último (2023) mostrado neste estudo ocorreram fortes modificações na região do Quarenta, apresentando um aumento das modificações antrópicas de aproximadamente 134.012 m^2, devidos suas ocupações irregulares como casas, shopping, empresas e muitos outros.

Figura 4: Delimitação do igarapé do Quarenta durante o ano de 2023.

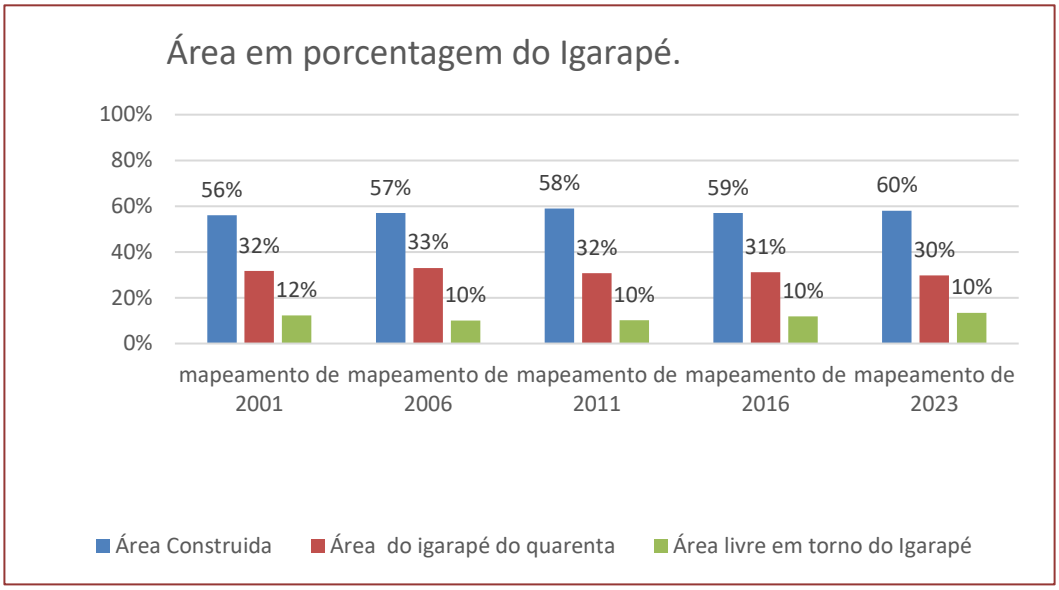


Fonte: Autores (2023).

A análise quantitativa da área em torno do igarapé do Quarenta no período nos anos de 2001, 2006, 2011, 2016 e 2023 (Figura 5), nota-se que teve um aumento nas ocupações, iniciando com 57% em 2001 e chegando até a 60% de área construída até 2023, tendo um aumento de 3%. Como (casas, shopping, empresas e vias públicas) a qual a sua área verde teve uma diminuição bem grande, iniciando com 12% em 2001 e chegando a 10% em 2023. Mostrando que a intervenção foi bem grande nos últimos anos, não respeitando a lei 12.651/2012.

Ainda analisando a Figura 5 é possível verificar a modificação no igarapé por conta das construções ao seu entrono. Uma forte influência nesta modificação é a presença do PROSAMIM, que vem estrangulando e mudando o curso da água, afetando todo o ecossistema do local e causando inundações, doenças, por conta de lixos jogado ao seu entorno. Essa influência mostrou uma perda 3% de área desde 2001 por canalização, assoreamento e estrangulamento.

Figura 5: Contabilização das imagens analisadas.



Fonte: Autores (2023).

Durante a visita *in-loco* foram observados os principais impactos ambientais ocorridos em torno do igarapé do Quarenta, apontando: os resíduos sólidos despejados em sua área como por exemplo, as garrafas pets, restos de madeiras, geladeiras, garrafas de vidros, pneus etc. Adicionalmente, nota-se a ausência saneamento básico, sendo os esgotos lançados diretamente no igarapé sem qualquer tratamento prévio, causando a poluição química e microbiológica por meio dos detergentes oriundos de cozinhas, óleo de soja, sabão em pó, coliformes fecais e outros, que modificam as características físico-químicas do corpo hídrico, apresentando forte odor e alta turbidez do igarapé.

Tabela 1: Aspectos e parâmetros componentes do *check-list.*

ASPECTOS	PARAMETROS DE AGRAVO	CRITÉRIOS
Solo-Subsolo	Apresenta sinais de erosão	Não
	Permeabilidade do solo	Sim
	Dano ao relevo	Sim
Água	Comprometido	Sim
	Equilíbrio	Não
	Presença de vetores de doenças	Sim
	Presença de animais	Sim
Paisagem	Alteração na paisagem (impacto visual)	Sim
	Alteração na paisagem original	Sim

Fonte: Autores (2023).

A análise de *Check-list* apresentada na Tabela 1, foi fundamental na identificação dos impactos ambientais que ocorreram em torno do igarapé do Quarenta durante o período de estudo. Quando analisamos o subsolo, verificou-se que ocorreram danos ao

relevo ocasionado pela retirada de parte dele para construção de casas, e devido a grande quantidade de resíduos sólidos que são descartados no solo tornando-o menos permeável. Apesar da descaraterização do solo não foram identificados sinais de erosão.

A água foi um dos meios mais impactados ambientalmente. Devido a grande quantidade de descarte de resíduos líquidos e sólidos, este apresentou alta turbidez, forte odor, e quantidade comprometida devido ao assoreamento pelos resíduos. Devido a retirada da vegetação, ocorreram mudanças significativas na paisagem do local, modificando o visual da região. Além disso, não podemos deixar de destacar a presença de *chorume* gerado por despejos de resíduos orgânicos nos igarapés gerando um líquido altamente poluente, afetando negativamente a flora e fauna do local.

Os impactos ambientais no igarapé do Quarenta são visíveis, afetando tanto o subsolo, quanto a paisagem e a qualidade da água, isso ocorre devido à falta de. Qualidade da água totalmente prejudicada por esgotos sem nenhum tratamento gerando contaminantes na água, doenças, odor desagradável, e presença de animais como jacaré e ratos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo mostrou uma análise dos impactos ambientais gerados pelas invasões nas margens do igarapé do Quarenta. Para isso, foram realizadas visitas ao local e análise de imagens do satélite *Google Earth Pro*, onde foram identificadas as principais mudanças que ocorreram no período analisado e seus impactos ambientais. O crescimento desordenado de Manaus está diretamente relacionado com a modificação, aumento o número da população e diminuindo os locais próprios para moradia, assim gerando moradias improprias dentro da APP do igarapé do Quarenta.

O artigo mostrou que a quantidade de moradias aumentou e seus impactos ambientais afetaram a Área de Proteção Permanente, e por consequência, a fauna, flora e saúde da população local. Além disso, as imagens mostraram que dentre os principais impactos ambientais, destaca-se a mudança do uso do solo, contaminação das águas e solo, e aumento da presença de vetores.

Com isso, verificou-se que é fundamental encontrar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental. Portanto, é de extrema importância a utilização de ferramentas para identificar áreas de riscos, fazendo com o que cada pessoa perceba os problemas ambientais, assumindo a responsabilidade no meio o qual está presente. Mostrando que as APPs de Manaus são de extrema importância e respeitando elas podem ter uma qualidade de vida melhor.

REFERÊNCIAS

[1] ANDRADE, A. O. **Análise dos impactos socioambientais na Bacia do Quarenta – MANAUS/AM.** 2023. 120 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2023. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9489>

[2] BARBOSA, W. R. M. **Estudo sobre ações e Intervenções Antrópicas de Canais Urbanos na Bacia do Quarenta – Manaus/AM.** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2023. Disponível em:< https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9543>

[3] BRANDÃO, I. W. de S.; LIMA, P P. O. **O perfil socioeconômico de comunidade e os Impactos Ambientais às margens do Igarapé Piripindeua, Mãe do rio, Nordeste do Pará.** Pesquisa em Educação Ambiental em Ação, v17, n. 66, 2018. Disponível em: < https://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=3504>

[4] BEZARRA, P. C.; SOUZA, J. D. **Urbanização de Tabatinga e Impactos Ambientais: Estudo de caso do Igarapé do Urumutum.** Revista GeoAamazônia, v. 9, n. 17, p. 111-125, 2021. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.18542/geo.v9i17.12579>

[5] CALVO, B. D. R. **Avaliação da Influência Antrópica na Drenagem dp Igarapé do Quarenta e Orla de Manaus.** Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2018. Disponível em: < https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/20621>

[6] DA SILVA, G. M. **Dinâmica do uso da Terra na Paisagem na Microbacia do Igarapé do Quarenta, Manaus-AM.** Revista GeoNorte, v. 9, n. 33, p. 81-94, 2018. Disponível em: < https://doi.org/10.21170/geonorte.2018.V.9.N.33.81.94>

[7] DA SILVA, G. M.; SILVA, M. F.; ALVES, A. C.; SOUSA, K. C. **Uma análise sobre os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) na Bacia do Igarapé do Quarenta em Manaus – Amazonas.** Revista Tocantinense de Geografia, v. 11, n. 24, p 01-17, 2022. Disponível em: < https://doi.org/10.20873/rtg.v11n24p01-17>

[8] GOMES, F. L. S.; SILVA, E. B. L. **O uso de Geoprocessamento na Avaliação dos Impactos Ambientais no Açude Pereira de Miranda-Pentecoste-CE.** X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2019. Disponível em: < https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2019/VIII-066.pdf>

[9] DE MEDEIROS, J. J. B.; CAVALCANTE, M. D. L.; PINTO, E. M. C.; MARTINS, J. R.; SOUZA JUNIOR, A. M. **Geoprocessamento Aplicado ao Mapeamento de áreas de Ocupação em Zona de Proteção Ambiental na Cidade de Natal/RN.** In: Congresso Nacional de Pesquisa de Ensino em Ciências. Vol. 4. 2019. DISPONÍVEL EM: < https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/56884>

[10] DOURADO, A. A.; PINHEIRO, L. S. **Utilização de Técnicas de Geoprocessamento para Análise do uso de Ocupação do Solo da Laguna do Sargento em Icaraizinho de Amontada-CE.** Revista Homem, Espaço e Tempo, v. 12, n. 1, 2018. DISPONÍVEL EM: < //rhet.uvanet.br/index.php/rhet/article/view/236>

[11] JUNIOR, J. L. S. **Avaliação dos Impactos Socioambientais do "Lixão da Água Limpa", localizado no Município de Igarapé-Açu: uma Proposta Mitigadora.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia bacharelado) - Universidade Federal Rural da Amazônia, 2018. DISPONÍVEL EM: < bdta.ufra.edu.br/jspui//handle/123456789/1259>

[12] FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. **Clima da Amazônia**. Climanálise - Número Especial 10 anos, pP. 24-41, 1996. Disponível em: < http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/fish.html>

[13] NETO, A. G. P. et al. **Geoprocessamento Aplicado à Identificação da Antropização Ocorrida na Zona de Proteção Ambiental no Município do Jaboatão dos Guararapes/PE.** 2019.

[14] SANTOS, M. F.; ARAÚJO JUNIOR, A. C. R.; SOUZA, V. **Vulnerabilidade ambiental na bacia hidrográfica Caxangá, Boa Vista-RR**. Geosul, v. 37, n. 84, pp. 334-365, 2022. Disponível em: < https://doi.org/10.5007/2177-5230.2022.e75740>

[15] SOUZA, C. B. G.; CARNEIRO, F. S.; RODRIGUES, H.; RIBEIRO, E. G. P.; AMARAL, A. P. M.; SILVA, J. S. L. P.; ARAÚJO, S. C. A.; CASTRO, C. V. B. **Análise espaço-temporal de Área de Proteção Permanente para Gestão Ambiental municipal em Parauapebas no estado do Pará-Brasil.** Research, Society and Development, v. 10, n 6, e24110615491, 2021. Disponível em: < 10.33448/rsd-v10i6.15491>

[16] SIMAS, I. T. H.; RODRIGUES, C. **Mapeamento de vulnerabilidade socioespacial: Análise espacial integrada entre vulnerabilidade social e suscetibilidade a inundações em bacia hidrográfica urbanizada de São Paulo/SP.** Confins, v. 6, n. 45, pp. 2020. Disponível em: < https://doi.org/10.4000/confins.29408>

[17] XAVIER, J. DOS A.; MUNIZ, B. R. B.; KANIESKI, M. R.; CAMPOS, C. G. C.; HENKES, J. A. **Impactos das Mudanças Climáticas nas Florestas Tropicais**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. *11*, n. 2, pp. 65–82, 2022. Disponível em: < https://doi.org/10.59306/rgsa.v11e2202265-82>

Capítulo 10

O uso da logística reversa para a reutilização de resíduos de TNT, em uma empresa do polo industrial de Manaus

Leonardo Rodrigues
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Este trabalho apresenta a implementação de um sistema de logística reversa em uma empresa do polo industrial de motocicletas, tendo como foco o processo de embalagem. O objetivo foi quantificar e reutilizar os resíduos de TNT gerados pelas embalagens de peças importadas, demonstrando os impactos positivos econômicos e ambientais da reutilização desse material. A metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho incluiu um levantamento das características do produto, como quantidade e descarte diário das embalagens de TNT, armazenadas em planilhas Excel para posterior análise. As embalagens foram pesadas, separadas e armazenadas para o processo de reutilização, passando por testes de resistência térmica, elasticidade e resistência a impactos para garantir sua qualidade e funcionalidade em outras áreas. Foram utilizados materiais e métodos como o levantamento de dados, análise de resistência térmica e a simulação de impactos para garantir a qualidade do material. O projeto resultou em uma redução de 11% na geração de rejeitos, diminuição na compra de embalagens novas e impactos positivos na exploração de recursos naturais e no meio ambiente. Além disso, a substituição das embalagens plásticas por embalagens de TNT gerou uma economia de 18% na compra de novos materiais, resultando em uma economia anual de R$9.925,2. Isso mostra a importância da aplicação da logística reversa na gestão de resíduos e na promoção da sustentabilidade no processo produtivo da empresa.

Palavras-chaves: Embalagem; Logística reversa; Resíduos sólidos; Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A problemática do descarte inadequado dos resíduos sólidos, acontece desde os primórdios da civilização, quando o homem primitivo descartava as partes animais das quais não consumia, mas somente com a revolução industrial, crescimento desordenado das áreas urbanas, e com a sociedade moderna, o tema tornou-se mais evidente e preocupante (SILVEIRA, BERTÉ & PELANDA, 2018; POZZETTI & CALDAS, 2019; DENDENA, 2022). Adicionalmente, a quantidade e a variabilidade dos resíduos gerados atualmente pela população e indústrias pedem medidas de gerenciamento ambientalmente adequadas (CETRULO *et al.,* 2020; SPOTI & AMARAL, 2023; BAUERMANN & CAROBA, 2023).

Além disso, a falta de uma gestão adequada dos resíduos e o descarte inadequado, como a poluição dos oceanos com plásticos, contribuem para a degradação dos ecossistemas e a contaminação de recursos naturais (TANAIANE & CREUSA, 2023). É necessário que medidas efetivas sejam tomadas para reduzir a quantidade de resíduos produzidos e garantir sua destinação correta, a fim de preservar o planeta para as próximas gerações (NEURO & ANA, 2023).

Contudo, a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais são objetivos importantes para o desenvolvimento sustentável até 2030. Isso envolve a redução substancial da geração de resíduos, por meio de medidas como a prevenção, redução, reciclagem e reuso (RODRIGUES *et al.,* 2021). Essas ações visam minimizar o impacto ambiental e promover a utilização consciente dos recursos naturais, garantindo sua preservação para as gerações futuras. Alcançar esses objetivos é essencial para garantir um futuro sustentável (ONU, 2023).

A logística reversa é um processo de três etapas para a gestão sustentável de resíduos. Primeiro, o consumidor devolve o produto ou embalagem ao vendedor. Em seguida, o vendedor envia o produto ao fabricante ou importador. Por fim, o fabricante ou importador reutiliza, recicla ou descarta adequadamente o produto. Este processo pode ocorrer após a venda (se houver um erro no processamento do pedido) ou após o consumo (quando o produto não é mais útil). Isso garante que os produtos sejam descartados corretamente, minimizando o impacto ambiental (RODRIGO *et al.,* 2021).

A cidade de Manaus enfrenta problemas ambientais relacionados ao descarte do lixo, que é disposto de forma heterogênea em diferentes regiões. Enquanto os bairros mais periféricos sofrem com a falta de planejamento e infraestrutura adequada para o gerenciamento de resíduos, áreas mais planejadas e com populações de maior nível educacional tendem a apresentar uma maior sensibilidade e cuidado com o meio ambiente em que vivem. Essa disparidade na gestão de resíduos sólidos na cidade é um desafio a ser enfrentado para a promoção de uma cidade mais sustentável (GABRIELA *et al.,* 2022). Por isso, a reciclagem e a reutilização devem ser incentivadas, pois são alternativas essenciais para reduzir a produção de resíduos e minimizar o impacto negativo no meio ambiente. Além disso, é fundamental que as empresas e consumidores adotem práticas sustentáveis, como a escolha por embalagens mais ecológicas, visando preservar os recursos naturais e garantir um futuro mais saudável para o planeta (ISAC *et. al.,* 2022).

Através da gestão dos fluxos de retorno de produtos, é possível reintegrar matérias-primas e produtos ao processo produtivo, evitando desperdícios e reduzindo o impacto ambiental. Além disso, a logística reversa também pode gerar oportunidades de negócios e incentivar a adoção de práticas mais sustentáveis por parte das empresas e

consumidores. É importante que haja um esforço conjunto entre todos os envolvidos no processo, incluindo fabricantes, distribuidores, varejistas e consumidores, para que a logística reversa seja efetivamente implementada e traga benefícios para a sociedade e o meio ambiente (DA SILVA, 2021)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos é um conjunto de ações e procedimentos destinados a garantir a coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos. Ela é regida pela Lei no 12.305/10 e possui como principal objetivo incentivar a reciclagem e a reutilização dos materiais, envolvendo empresas e consumidores. A logística reversa é um importante instrumento dessa política, que consiste no retorno dos produtos após o uso pelo consumidor para que sejam reaproveitados ou destinados ambientalmente de forma adequada. Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são os responsáveis por estruturar e implementar esses sistemas de logística reversa

A aplicação da reutilização de embalagens é uma prática cada vez mais comum e incentivada pelo governo e pelas empresas, como forma de reduzir o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado desses materiais (CLÁUDIO *et. al.,* 2020). Com a utilização de técnicas e tecnologias avançadas, é possível reaproveitar embalagens de forma eficiente e criar um ciclo de produção mais sustentável, gerando benefícios para o meio ambiente e para a sociedade como um todo (LUANA *et. al.,* 2020).

Devido a importância do tema, este artigo mostrará a implementação de um sistema de logística reversa em uma empresa do Polo Industrial de Motocicletas. Para isso, como objetivos específicos a pesquisa tentou quantificar os resíduos de TNT (tecido não tecido), gerados pelas embalagens de peças importadas para a montagem de motocicletas; desenvolver um sistema de logística reversa por meio da reutilização do material (TNT) descartado; apresentar os impactos positivos, econômicos e ambientais, gerados pelo reuso dos resíduos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em uma Indústria do Polo de duas rodas, localizada no polo industrial de Manaus, durante o mês de janeiro de 2023. O sistema de logística reversa foi desenvolvido a partir de um material reutilizado denominado de TNT. O TNT é um produto constituído por polímeros 100% em polipropileno, que permite fácil transformação no processo de fabricação com filamentos contínuos termossoldados. Ainda, é um produto biodegradável e aprovado pelos órgãos que regem e ditam a proteção da ecologia mundial, usado na embalagem de peças importadas para a empresa utilizar na montagem das motocicletas. Na Indústria em questão o TNT é usado na embalagem de peças importadas, onde são descartadas após o produto ser desembalado.

Primeiramente, foi realizado um levantamento das características do produto, ou seja, a quantidade de peças desembaladas na produção diariamente e o quantitativo descartado. Essas informações foram armazenadas em planilhas Excel, as quais nos permitiu obter uma estrutura para o armazenamento das informações e posterior análise.

Além disso, as embalagens foram pesadas individualmente, separadas cuidadosamente e armazenadas para o processo de reutilização. Finalmente, as embalagens foram testadas para garantir a adequação para o reuso.

Os métodos utilizados para avaliar a qualidade do material foram de resistência térmica, elasticidade e de resistência a impactos, com o propósito de evidenciar a

qualidade e funcionalidade do TNT (Tecido Não Tecido) em outras áreas. Para determinar o ponto de ruptura do TNT foram utilizadas várias embalagens e preenchidas até o seu ponto de ruptura, assim determinado quais eram os limites de reuso para o material. Resistência térmica, para este foi realizado uma simulação de armazenamento com diferentes níveis de temperatura, tanto baixas quanto altas e por um período de trinta dias.

Por fim, o teste de resistência a impactos, analisando o comportamento do material em casos de impacto, vibrações ou choques a ele infligidos.

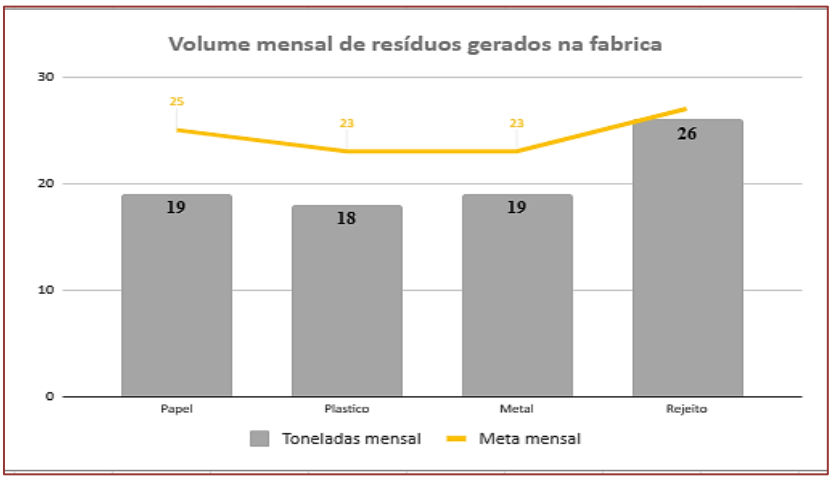
3. RESULTADOS

O projeto de reutilização das embalagens de TNT surgiu após serem observados os elevados volumes de resíduos gerados no processo de retirada das embalagens de peças importadas. No início do projeto, foi feito o acompanhamento do gerenciamento de resíduos gerados na fábrica durante um mês (Gráfico 1), mesmo com as metas de redução tivemos altos índices de volume. Como a fábrica tem um rigoroso processo de gestão, ela imprime muitas etiquetas, documentos, notas, folhas de checagem e outros.

A empresa também importa muitas peças e algumas vem com o papel como embalagem de proteção, que resulta na geração de 19 toneladas de papel por mês. O resíduo plástico é gerado por meio de embalagens plásticas, copos descartáveis que é muito utilizado com isso é gerado 18 toneladas de plástico por mês. Ao mesmo tempo, as grades de proteção das embalagens importadas e as sobras de peças que são produzidas na fábrica, então resulta na geração de 19 toneladas de metal. Além disso, os rejeitos não aproveitáveis são as embalagens contaminadas, luvas, máscaras, plástico metálico, entre outros, totaliza 26 toneladas por mês de rejeitos.

Esses dados evidenciam a importância de um gerenciamento adequado de resíduos na fábrica, visando reduzir o impacto ambiental e promover a sustentabilidade no processo produtivo. Além disso, ressalta-se a necessidade de implementação de práticas de reutilização para minimizar o descarte de materiais que podem ser reaproveitados.

Gráfico 1: Gráfico representa a quantidade de resíduos gerado durante um mês na fábrica



Fonte: Autores (2023).

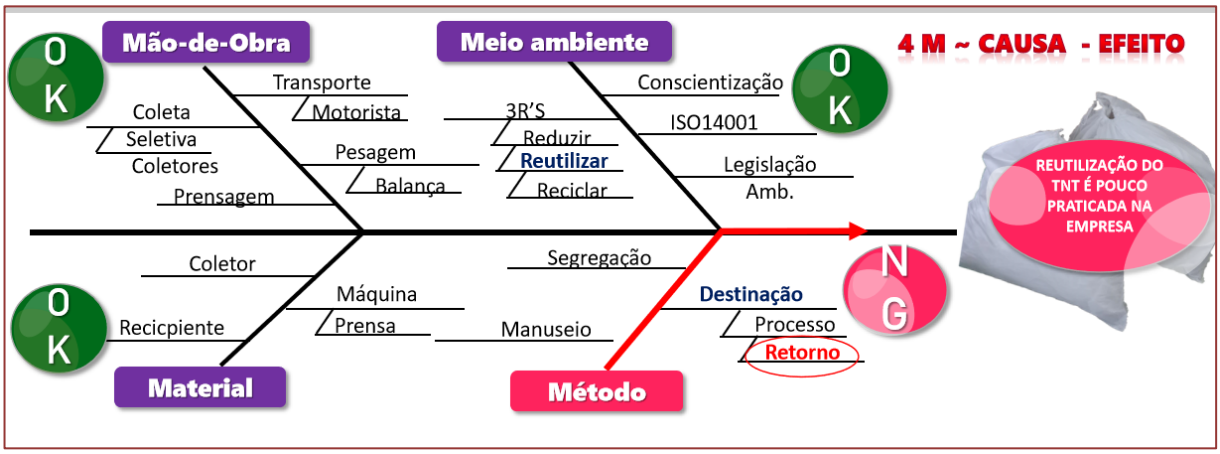
Por meio das informações coletadas foi aplicado o Diagrama de Ishikawa (análises das causas e efeitos) como forma de avaliar os impactos ambientais gerados pelos resíduos, assim usamos o método do 4M: Mão-de-Obra, Material, Meio ambiente e método (Diagrama 1). Em relação à Mão-de-Obra, verificou-se que no transporte, pesagem, prensagem e coleta seletiva tem uma mão-de-obra qualificada e dedicada, garantindo o processo de reciclagem eficiente e sustentável. O Meio Ambiente com a conscientização dos colaboradores sobre a importância da sustentabilidade e da preservação dos recursos naturais.

Além disso, a adoção de medidas como a certificação ISO 14001, que estabelece padrões para a gestão ambiental na empresa, e o cumprimento da legislação ambiental, são fundamentais para garantir a proteção do meio ambiente. Através dos 3R 's: reduzir, reutilizar e reciclar, foi possível diminuir a produção de resíduos e promover o uso consciente dos recursos naturais.

Quando se analise o Material, a utilização de máquinas de prensa e recipientes adequados também facilita o processo de reciclagem, tornando-o mais rápido e eficiente. A utilização de máquinas de prensa e recipientes adequados é essencial no processo de reciclagem. As máquinas de prensas são responsáveis por compactar os materiais recicláveis, facilitando o transporte e armazenamento. Além disso, os recipientes adequados garantem a separação correta dos materiais, evitando contaminação e facilitando o processo de triagem. Vimos no Método que a segregação é o primeiro passo, onde os resíduos são separados de acordo com suas características e classificação, para que possam ser tratados de forma específica.

Em seguida, é feita a destinação, que consiste em encaminhar os resíduos para locais adequados, como a central de resíduos. Por fim, o manuseio é a etapa de manipulação dos resíduos, que é feito de forma segura e seguindo as normas e procedimentos estabelecidos. No retorno vimos que existia uma não conformidade com o reuso de embalagens de TNT. A reutilização dessa embalagem é pouco praticada na empresa, então decidimos aplicar a logística reversa na reutilização de embalagem de proteção de peças importadas TNT (Tecido não Tecido).

Figura 1: Diagrama de Ishikawa como método 4M de causa e efeito.



Fonte: Autores (2023).

Previamente, o primeiro passo foi analisar todo o processo de desembalagem das peças importadas, antes da reutilização das embalagens. O processo de desembalagem começa quando as carretas são trazidas do PAD´s (processo de armazenagem e distribuição) e colocado na doca de carga e descarga e é feito o descarregamento pela empilhadeira. Os operadores eram encarregados do processo de desembalagem e formatação, onde as peças eram entregues até o setor de montagem. Por falta de procedimento adequado esses operadores abriam as embalagens de TNT de forma inadequada, puxando o material com força extrema, rasgando-as, e com isso, o TNT era descartado diretamente no coletor de resíduos e levado para a incineração.

A Figura 2 mostra o fluxo de formatação e desembalagem das peças e o destino das embalagens antes da implantação do projeto de reutilização do TNT. A figura 2 mostra que na etapa 1, é feito o processo de transporte das carretas do estoque até a fábrica. Na etapa 2, é feita a checagem e abertura para o descarregamento do contêiner. A etapa 3, é feito todo o processo de movimentação e desembalagem onde é utilizado a empilhadeira para movimentação dos paletes com os materiais e é feito todo o processo de desembalagem e formatação. Na etapa 4, é feito o descarte das embalagens no coletor de resíduos e enviado para a incineração. Na etapa 5, é feita a incineração dos resíduos.

Figura 2: Processo de formatação, desembalagem e destino da embalagem.

Fonte: Autores (2023).

A Tabela 1 mostra a quantidade de embalagens que eram descartadas diariamente durante o período de três meses (março, abril e maio de 2023) observou-se que houve variações nos dias trabalhados referentes a cada mês. Apesar de ter uma quantidade diária fixa de desembalagem, a variações dos dias durante os meses altera no total de embalagem descartada durante o mês. Esse resultado mostra que a quantidade de resíduos gerados pode ter variações, dependendo dos dias trabalhados. Na Tabela 1 mostra que durante um dia de trabalho no mês de março (equivalente a 23 dias úteis) foram desembaladas em torno de 2200 peças, totalizando 50.600 peças no mês. Por outro lado, no mês de abril foram trabalhados 18 dias, com 2200 peças diárias totalizando ao mês em torno de 39600 peças. O mês de maio foram em torno de 22 dias totalizando 48400 peças desembaladas. Com isso vimos que durante esses três meses foram descartados 138.600 embalagens de TNT.

Tabela 1: Mostra a quantidade de dias trabalhados, o número de peças desembalada diariamente e o total por mês.

Meses	Qt/Dias Trabalhado	Qt/Desembalada/Dia	Total/Mês
Março	23	2200	50600
Abril	18	2200	39600
Maio	22	2200	48400

Fonte: Autores (2023).

Após a observação de alguns processos na fábrica que viabilizasse a implantação do desta pesquisa de reutilização de embalagem de TNT (Tecido Não Tecido), verificou-se que o processo de embalagem de peças CKD, (é um kit das partes não montadas de um produto) que são produzidas na fábrica o que viabilizou a implantação do reuso da embalagem de TNT. Anteriormente, eram usados sacos plásticos de 100 Litros na embalagem das peças CKD, acarretando um custo mensal de R$ 827 para empresa, o que foi substituído pelo TNT reutilizado.

Porém para essa mudança foram feitos os testes de embalagem nas peças CKD para a substituição da embalagem plástica pelo TNT (tecido não tecido), através da aprovação do setor de qualidade da fábrica que viabilizou a implantação do TNT como embalagem de proteção das peças CKD, como mostra a Figura 3.

Figura 3: Mostra como as peças eram embaladas antes e como elas ficaram com a implantação do projeto de logística reversa.

Fonte: Autores (2023).

Para viabilizar a implantação do projeto, compramos coletores de plástico de fácil manuseio para garantir as qualidades das embalagens, com isso alteramos o fluxo de desembalagem de peças importadas. As carretas chegam nas docas de desembarque, a empilhadeira retirar os KADS e coloca no processo de desembalagem os operadores formata as peças nos carros onde são levadas até a produção, às embalagens são inspecionadas e descartadas nos novos coletores para garantir as qualidades, e enviada para o processo de reutilização que é a embalagem de peças CKDs. Como podemos ver na figura 4.

Figura 4: Novo fluxo de desembalagem de peças importadas.

Fonte: Autores (2023).

Por meio da aplicação da logística reversa na reutilização de embalagem de TNT a empresa obteve diversos benefícios econômicos e ambientais. Foi possível reduzir em 0,11% a geração de rejeito da fábrica, as emissões de gases poluentes na atmosfera e nocivo ao meio ambiente foram reduzidos, e para a saúde das pessoas, redução de 18% na compra de embalagens plásticas levando a uma economia de aproximadamente R$9.925,2, isso impacta diretamente na exploração de recursos naturais e na poluição do meio ambiente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de logística reversa implementado na indústria de duas rodas em Manaus demonstrou ser uma iniciativa de sucesso, tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico. Através da reutilização de embalagens de TNT no processo de embalagem de peças CKD, a empresa conseguiu reduzir significativamente a quantidade de resíduos gerados, contribuindo para a proteção do meio ambiente e a sustentabilidade do processo produtivo.

Além disso, a empresa conseguiu economizar recursos financeiros ao reduzir a necessidade de comprar novas embalagens. Isso demonstra que a sustentabilidade e a eficiência econômica podem andar de mãos dadas na indústria moderna. Este projeto também destacou a importância de uma gestão de resíduos eficaz e a necessidade de práticas de reutilização. Ao analisar cuidadosamente o processo de desembalagem e identificar oportunidades para a reutilização de materiais, a empresa foi capaz de transformar um problema - o descarte de resíduos - em uma solução inovadora.

Finalmente, este projeto serve como um excelente exemplo para outras empresas que buscam maneiras de melhorar sua gestão de resíduos e implementar práticas de logística reversa. Mostra que, com um pouco de criatividade e compromisso com a sustentabilidade, é possível encontrar soluções que beneficiem tanto o meio ambiente quanto a empresa.

REFERÊNCIAS

[1] BAUERMANN, B. F. C.; CAROBA, E. *M.* **Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Indústria Innova Agrotecnologia em Foz Do Iguaçu – PR.** Revista Valore, v. 8, e-8060, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.22408/reva8020231146e-8060>

[2] CETRULO, N. M.; CETRULO, T. B.; DIAS, S. L. F. G.; RAMOS, T. B. **Indicadores de resíduos sólidos em sistemas de avaliação de sustentabilidade local: uma revisão da literatura.** Revista

Ambiente & Sociedade, v. 23, pp. 1-33, 2020. Disponível em:< http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190028r3vu2020L5AO>

[3] CHIUSOLI, C. L.; POCZYNEK, J.; STEFANO, S. R. **Aplicação da Logística Reversa: Estudo comparativo entre empresas de diferentes segmentos de um município do Estado do Paraná.** Journal of Perspectives in Management–JPM, v. 4, p. 101-112, 2020. Disponível em: < https://doi.org/10.51359/2594-8040.2020.248018>

[4] DA SILVA, I. C.; MOEAES, T. J.; BONINI, L. M. M.; RODRIGUES, R. A. **Embalagens Tetra Pak® e os Desafios para o Meio Ambiente**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 8, n. 5, p. 1412-1429, 2022. Disponível em:< https://doi.org/10.51891/rease.v8i5.5391>

[5] DENDENA, A. C. M. **Obtenção de Indicadores de Geração de Resíduos Industriais um Micro e pequenas empresas Moveleiras**. 14ª Jornada Científica e Tecnológica do Ifsuldeminas, v. 14, n.1, 2022. Disponível em< https://josif.ifsuldeminas.edu.br/ojs/index.php/anais/article/view/225>

[6] POZZETTI, V. C.; CALDAS, J. N. **O descarte de resíduos sólidos no âmago da Sustentabilidade.** Revista de Direito Econômico e Socioambiental, v. 10, n. 1, pp. 183-205, jan./abr. 2019. Disponível em: < https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7210982 >

[7] ONU BRASIL. **Organização das Nações Unidas, transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável 2016.**

[8] PNRS. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei 12.305/2012. Acesso em**: 19 de maio de 2023

[9] RODRIGUES, R. C. S.; PINHEIRO, A. B. D.; SOUZA, I. C.; AUGUSTO, R. D. S.; NAZARÉ, T. B. **Logística reversa para o descarte de lâmpadas.** Revista Mythos, v. 15, n. 1, p. 58-72, 2021. Disponível em: < https://doi.org/10.36674/mythos.v15i1.556>

[10] SILVEIRA, A. L.; BERTÉ, R.; PELANDA, A. M. **Gestão de resíduos sólidos: cenários e mudanças de paradigma.** Curitiba, PR: Editora Intersaberes, 2018.

[11] SPOTI, T. B.; AMARAL, C. S. T. **Os desafios da gestão de resíduos sólidos urbanos domésticos no Brasil.** Brazilian Journal of Development, v. 9, n. 2, pp. 8712-8724, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.34117/bjdv9n2-164>

Capítulo 11

Análise dos impactos ambientais causados por invasões no bairro Colônia Antônio Aleixo na cidade de Manaus-AM

Hebert Brasil Passos
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: O presente estudo tem como objetivo analisar o impacto ambiental gerados por invasões de terra que ocorrem em áreas do bairro Colônia Antônio Aleixo, na cidade de Manaus/AM. Trata-se de uma pesquisa de campo ocorrida durante o período de setembro a outubro de 2023. Para avaliar os impactos no ambiente, utilizou-se registros fotográficos, bem como o método de avaliação de Impacto Ambiental - Checklist que abrangeu os componentes do meio físico, meio biótico e meio antrópico, fornecendo uma compreensão abrangente dos impactos ambientais gerados pelas invasões no bairro Colônia Antônio Aleixo. De 2018 a 2023, houve uma notável expansão das invasões de terra, desmatamento e queimadas, resultando na perda de vegetação nativa, emissões de gases de efeito estufa e poluição da água, prejudicando a qualidade e a vida aquática do Lago do Aleixo. Além disso, a disposição inadequada de resíduos sólidos e o despejo de esgoto em fossas secas pioraram a poluição do ambiente e ameaçaram a saúde pública. A contribuição de rejeitos de outras fontes, como a Penitenciária do Puraquequara, a Comunidade Bela Vista e a própria comunidade, agravou a degradação da qualidade da água do Lago do Aleixo. Portanto, este estudo demonstrou que as invasões de terra no bairro Colônia Antônio Aleixo têm um impacto ambiental considerável. De modo que, a preservação do meio ambiente e a melhoria das condições de vida das comunidades locais exigem ações coordenadas e um compromisso com a sustentabilidade.

Palavras-chave: Impactos Ambientais; Invasões de Terra; Meio Ambiente.

1. INTRODUÇÃO

A questão dos impactos ambientais resultantes de invasões e ocupações irregulares tem se tornado cada vez mais presente em diversas partes do mundo, especialmente em países em desenvolvimento (FRANÇA et al., 2020). Conforme Ferreira (2019), este fenômeno, que se manifesta de forma particularmente aguda em áreas urbanas e periurbanas, é impulsionado por uma combinação de fatores socioeconômicos, políticos e ambientais.

Neste contexto, Maricato (2018) e Ferreira et al., (2020) enfatizam que a invasão de terras urbanas é um fenômeno inerente ao processo de urbanização, alimentado por um mercado imobiliário excludente e pela falta de políticas sociais efetivas do Estado. Ademais, a urbanização desenfreada, aliada à escassez de investimentos adequados, resulta na expansão de assentamentos habitacionais precários e invasões (MONTEIRO e VERAS, 2017). Além de desencadear alterações significativas na estrutura urbana das cidades e transformações no modo de vida da população (OLIVEIRA, 2022).

Ainda nesse cenário, muitos habitantes se veem inseridos precariamente, recorrendo a moradias informais e inadequadas, que constituem as favelas e loteamentos irregulares, ou optando por morar em cortiços, como discutido por Silveira et al., (2020) e Menezes (2022). Para Malcher et al., (2021), esta situação não apenas reflete a desigualdade socioeconômica, mas também realça as falhas estruturais em políticas de habitação e planejamento urbano. As condições de vida nessas áreas frequentemente carecem de serviços básicos como saneamento adequado, acesso a água potável e infraestrutura de saúde, contribuindo ainda mais para a degradação ambiental e para a vulnerabilidade social dessas comunidades (FIGUEIRA, 2020).

Além disso, a ocupação desordenada em áreas de risco, como encostas e regiões próximas a mananciais, agrava os problemas ambientais (DOS SANTOS, 2020). De acordo com De Lima et al., (2021), tais ocupações aumentam a susceptibilidade a desastres naturais, como deslizamentos e inundações, que não apenas causam perdas materiais e humanas, mas também intensificam a degradação ambiental. Essa interação complexa entre aspectos sociais e ambientais demonstra a necessidade de abordagens integradas que considerem tanto a sustentabilidade ambiental quanto a justiça social (DE FARIAS et al., 2021).

Diante desses desafios, Neto et al., (2022) discorre que, torna-se imperativo adotar políticas públicas que promovam o desenvolvimento urbano sustentável. Isso inclui a implementação de programas de habitação acessível, a regularização fundiária, e a integração de comunidades marginalizadas ao tecido urbano de maneira planejada e sustentável (MACÊDO, 2019). Além disso, considerando que parte dessas invasões ocorrem em Áreas de Preservação Permanente (APPs), estas atividades não apenas violam legislações ambientais, mas também causam danos irreparáveis ao meio ambiente (DE FARIAS et al., 2021).

A ocupação irregular dessas áreas, frequentemente para habitação ou atividades econômicas, resulta em desmatamento, erosão do solo, perda de biodiversidade e poluição de cursos d'água (DE AGUIAR et al., 2019). No Brasil, a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, conhecida como o novo Código Florestal, estabelece as diretrizes para a proteção das APPs., com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, e de promover o bem-estar das populações humanas. Logo, a legislação busca não apenas punir, mas também prevenir danos ambientais, enfatizando

a necessidade de um planejamento urbano responsável e da conscientização ambiental da população.

Nesse contexto, o estudo enfatiza o bairro Colônia Antônio Aleixo, localizado na cidade de Manaus, Amazonas, tem sido objeto de crescente preocupação devido às invasões e ocupações irregulares que afetam a região. Essas invasões não apenas impactam o ambiente local, mas também têm implicações significativas para a qualidade de vida dos residentes e o equilíbrio ecológico da área. Logo, buscou-se fomentar uma análise abrangente dos impactos ambientais decorrentes das invasões no bairro Colônia Antônio Aleixo, explorando as dimensões desse problema e as possíveis soluções para mitigar seus efeitos.

O presente estudo tem como objetivo analisar o impacto ambiental das invasões de terra que ocorrem em áreas do bairro Colônia Antônio Aleixo. Para isto, foi comparada a área ambiental antes e depois das ocupações irregulares das terras no bairro, com descrição dos fatores de degradação ambiental gerados, destacando as alterações ambientais significativas, e por fim, a pontuação dos danos causados ao meio ambiente e a população devido a degradação ambiental.

2. MATERIAIS E METODOS

O estudo apresentado neste documento foi desenvolvido no bairro Colônia Antônio Aleixo (delimitado pela linha vermelha, Figura 1), situado na zona leste da cidade de Manaus-AM, limita-se com os bairros Mauazinho, Distrito Industrial e Puraquequara (separado pelo Lago do Aleixo), no período de setembro a outubro de 2023.

De acordo com a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SEDECTI), em 2017, o bairro possuía uma população de 19.626 habitantes (MANAUS, 2017). Por se tratar de uma extensão considerável, o bairro é subdividido em sete comunidades, sendo elas: Planalto, Nova Esperança, Buritizal, Bairro da Fé I, Bairro da Fé II, 11 de maio e Morro.

Figura 1: Bairro Colônia Antônio Aleixo

Fonte: Autores (2023).

O processo de condução desta pesquisa envolveu uma série de etapas essenciais para uma análise abrangente dos impactos ambientais decorrentes das ocupações de terras irregulares no bairro Colônia Antônio Aleixo, Manaus, Amazonas, conforme a Figura 1.

O primeiro passo foi a pesquisa e levantamento bibliográfico, que se mostrou fundamental para a compreensão aprofundada do tema. Esse procedimento consistiu na busca por materiais acadêmicos, relatórios técnicos, e estudos relacionados a problemas similares, fornecendo uma base sólida de informações para a pesquisa. Um resumo da sequência das etapas metodológicas, são apresentados no esquema gráfico da Figura 2.

Figura 2: Procedimentos da Pesquisa

Fonte: Autores (2023).

Posteriormente, a análise documental desempenhou um papel crucial na coleta de dados, no qual, documentos e fotografias específicas relacionados à área ambiental do bairro Colônia Antônio Aleixo, do ano de 2018 e 2023, foram examinados para identificar evidências documentadas dos impactos ambientais das ocupações irregulares. Essa análise permitiu verificar a evolução do problema ao longo do tempo e suas implicações para o meio ambiente local.

As visitas in loco, foram realizadas durante os meses de setembro e outubro de 2023, e representaram uma etapa essencial para a pesquisa. Pois durante essas visitas, obteve-se a oportunidade de observar diretamente as estruturas das ocupações de terra irregulares e os impactos ambientais associados a elas. Essa abordagem permitiu uma avaliação detalhada das condições atuais no local, bem como a interação com as comunidades afetadas. Por fim, registros fotográficos visaram a documentação visual dos locais de ocupação, por meio de equipamentos de smartphones, pode-se capturar imagens que serviram como evidências visuais do estado atual das invasões e dos impactos ambientais associados. Essas imagens são fundamentais para complementar as descobertas da pesquisa e para ilustrar de forma concreta a situação das ocupações de terra no bairro Colônia Antônio Aleixo.

Além disso, como método de análise de dados utilizou-se o check-list sobre impactos ambientais, como proposto por Sobral (2007), no qual, analisa-se o meio físico, meio biótico e meio antrópico. Considerando as informações apresentadas, os indicadores de impactos ambientais podem ser divididos em três categorias:

Quadro 1: Check-list usado para a descrição dos impactos ambientais.

Meios/Impactos	Atributos							
	Tipo		Magnitude			Importância		
	+	+/-	P	M	G	1	2	3
MEIO FÍSICO								
Aumento dos processos erosivos								
Alteração da capacidade de uso da terra								
Dano ao relevo								
Poluição do Solo								
Emissões de Odores								
Queima de Lixo								
Presença de Vetores								
MEIO BIÓTICO								
Redução da biota do solo								
Redução da capacidade de sustentação da fauna								
Poluição da qualidade d'água do Lago do Aleixo								
Redução da biodiversidade nativa								
MEIO ANTRÓPICO								
Alteração na paisagem (impacto visual)								

Fonte: Autores (2023), adaptado de Sobral (2007).

Os indicadores apresentados no "check-list" foram empregados como ferramentas essenciais para avaliar os impactos ambientais das invasões de terra no bairro Colônia Antônio Aleixo. A análise do meio físico abrangeu a observação e avaliação de processos erosivos, mudanças na capacidade de uso da terra e danos ao relevo. No âmbito do meio biótico, concentramos nossa atenção em questões relacionadas à redução da biota do solo, diminuição da capacidade de sustentação da fauna, poluição da qualidade da água no Lago do Aleixo e diminuição da biodiversidade nativa. E no meio antrópico, a alteração na paisagem.

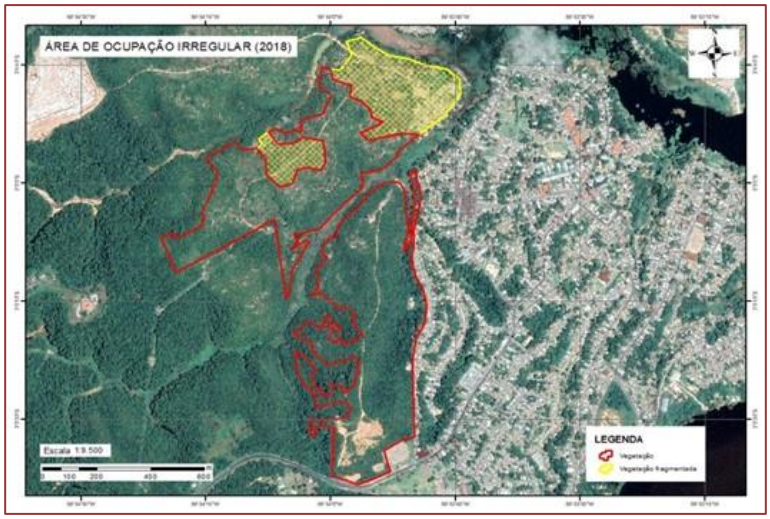
3. RESULTADOS

As invasões de terra que ocorrem em áreas do bairro Colônia Antônio Aleixo resultam em uma série de impactos ambientais negativos. Uma vez que, a ocupação irregular de terras leva a uma degradação ambiental significativa na região, incluindo o desmatamento, a compactação do solo, a contaminação de recursos hídricos, a perda da biodiversidade e a erosão do solo (AMARAL, 2022; FARIAS et al., 2023). Além disso, é provável que essas invasões causem alterações no uso da terra que impactam adversamente a qualidade do ar e a disponibilidade de serviços essenciais, como água e saneamento. Para que se possa compreender o cenário anterior para o atual, evidenciou-se um comparativo entre o ano de 2018, 2020 e 2023, considerando o intervalo para analisar a área de invasões.

Na Figura 3, mostra o cenário durante o ano de 2018, onde a área total estudada abrange 729.955,93 m^2. Dentro deste espaço, uma considerável extensão de 590.317,84 m^2, equivalente a 80,87% da área total, é ocupada por vegetação contínua, representada pela cor vermelha, indicando que a maior parte da área mantém sua cobertura vegetal íntegra. Por outro lado, a área demarcada em amarelo, que soma 139.638,09 m^2 ou 19,13% do total, denota vegetação fragmentada. Este fragmento sugere que há áreas de

vegetação que foram interrompidas ou separadas devido a influências antrópicas, como o desenvolvimento urbano ou outras alterações no uso do solo, refletindo a dinâmica complexa entre a conservação ambiental e o crescimento humano.

Figura 3: Colônia Antônio Aleixo em 2018



Fonte: Autores (2023).

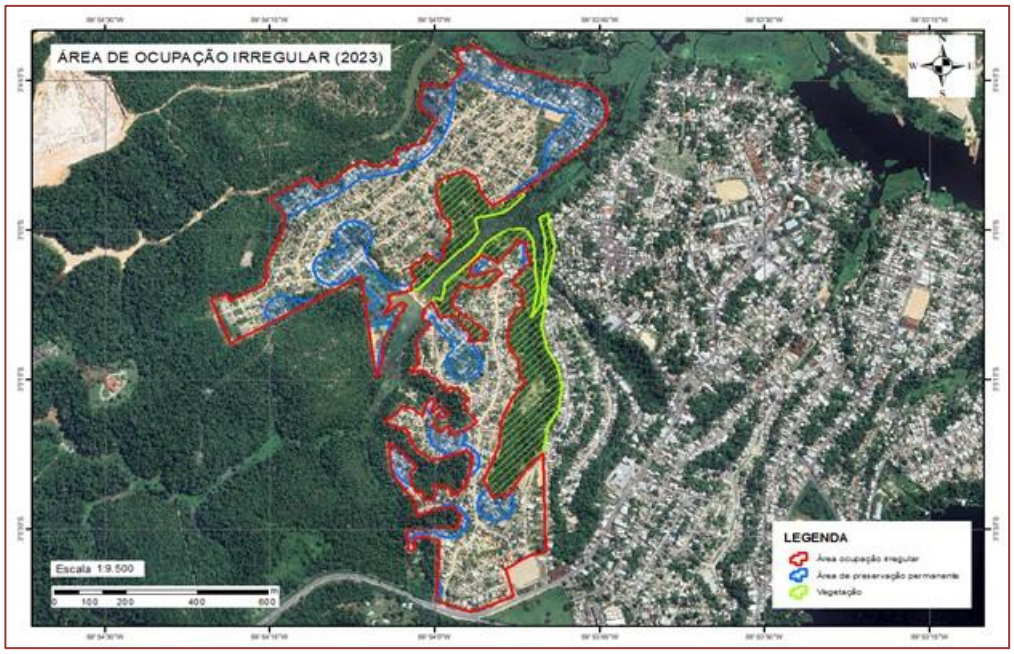
Em 2020, conforme a Figura 4, a área de ocupação irregular destacada no mapa cresceu significativamente, abrangendo agora 592.779,96 m^2. Isso corresponde a 81,21% da área total que foi analisada em 2018, sugerindo um aumento expressivo da ocupação humana em comparação com os dados anteriores. Consequentemente, a área de vegetação sofreu uma drástica redução, restando apenas 143.927,83 m^2. Essa medida representa uma redução de 75,62% em relação à área de vegetação contínua que existia em 2018. Esse declínio acentuado na cobertura vegetal pode ser atribuído a vários fatores, incluindo a expansão urbana e o desmatamento, o que ressalta os desafios enfrentados na conservação dos espaços verdes diante do avanço das áreas urbanizadas.

Figura 4: Colônia Antônio Aleixo em 2020

Fonte: Autores (2023).

Na Figura 5, representa o ano de 2023, cuja análise do mapa indica um aumento na área de ocupação irregular para 599.212,19 m^2, o que é um incremento de 1,09% em relação ao já ampliado território ocupado em 2020. Entretanto, é importante notar que na área da invasão possui uma Área de Preservação Permanente (APP) que totaliza 174.240,99 m^2, correspondendo a 29,08% da área total ocupada, o que indica que a invasão atinge ecossistemas da APP. Além disso, a área de vegetação continua a sofrer uma diminuição, agora com 131.909,88 m^2, o que representa uma queda de 8,35% desde 2020. Logo, a redução da vegetação aponta para a persistência de pressões sobre o ambiente natural, atingindo inclusive zonas de preservação ambiental.

Figura 5: Colônia Antônio Aleixo em 2023



Fonte: Autores (2023).

Ao comparar os dados de 2018 e 2023, observa-se uma transformação notável na paisagem da região analisada. Em cinco anos, 82,09% da área total foi ocupada, um indicativo claro da expansão humana intensa. Paralelamente, a natureza sofreu impactos severos, com a perda de 77,65% da área de vegetação que existia em 2018. Essa alteração drástica no uso do solo reflete uma dinâmica preocupante de desenvolvimento, que avança muitas vezes à custa de ecossistemas cruciais. Ademais, 174.240,99m^2 eram de Área de Preservação Permanente. Isso significa que, mesmo com uma ocupação que atingiu 82,09% da área total, aproximadamente 29,08% da área invadida encontra-se na área protegida como APP.

A incursão em território de APP, que deveria permanecer intocado para preservar suas características essenciais e funções ecológicas, sinaliza uma perda substancial não só de vegetação — que atingiu 77,65% desde 2018, mas também de governança e eficácia na aplicação das leis de proteção ambiental. A tendência de decréscimo contínuo da vegetação destaca a urgência de estratégias eficazes de conservação e gestão sustentável do território para equilibrar as necessidades humanas com a preservação do ambiente natural.

Conforme Giusti (2021), as Áreas de Preservação Permanente, muitas vezes são comprometidas pela ocupação irregular. Contudo, esse avanço sobre espaços protegidos não só desafia a integridade ecológica desses habitats, como também aponta para a necessidade de uma fiscalização mais rigorosa e de políticas públicas mais efetivas para conter a perda de vegetação e garantir a conservação dessas áreas críticas para a sustentabilidade ambiental.

Contudo, para análise dos impactos ambientais no bairro Colônia Antônio Aleixo, faz-se necessário analisar todo o espaço na qual se situa, atualmente, a ocupação irregular de terra. Conforme ilustrado na Figura 6 (a), podemos observar que a região apresentada possuía inicialmente vegetação abundante. No entanto, devido à expansão das invasões, a área foi drasticamente afetada pelo desmatamento, resultando na devastação da vegetação, como evidenciado na imagem (b). Assim sendo, o desmatamento na região representou um impacto ambiental considerável.

Figura 6: Processo de Desmatamento e queimadas no solo na Invasão do Bairro Colônia Antônio Aleixo a) Início do Desmatamento para proliferação das Invasões b) Área parcialmente desmatada para construção de casas

Fonte: Autores (2023).

Segundo Campello (2023), os problemas gerados por essas transformações urbanas levam aos rios e encostas significativos efeitos negativos desde a degradação ambiental até a impossibilidade de contato visual e físico. Além disso, conforme De Matos (2020), a prática de queimar árvores é frequentemente associada às invasões de terras, seja como forma de remover a vegetação nativa para dar lugar a construções, seja para eliminar detritos ou preparar áreas para agricultura de subsistência.

A queima de árvores contribui para a liberação de gases de efeito estufa na atmosfera, afetando as mudanças climáticas globais. Além disso, a destruição da vegetação tem impactos locais, como a perda de habitats de espécies silvestres, a redução

da qualidade do ar devido à fumaça e a diminuição da capacidade de retenção de água do solo, o que pode agravar problemas de erosão (MENEZES, 2022).

No contexto das invasões de terras, De Castro e Castro (2022) afirmam que, o desmatamento refere-se à remoção deliberada e extensa da cobertura vegetal nativa de uma área para permitir a ocupação e utilização humana. Como impacto ambiental, está frequentemente associado a invasões de terras, pois as áreas invadidas muitas vezes passam por uma rápida conversão de vegetação natural em áreas urbanas ou de cultivo, causando efeitos negativos no equilíbrio ecológico, qualidade do ar e recursos hídricos (OVIEDO et al., 2021; OLIVEIRA; HADDAD, 2023; GIUSTI, 2021).

A agressão a biodiversidade acaba sendo um outro impacto negativo, como visualizado na Figura 7, árvores queimadas e o curso das águas poluído. Vale ressaltar que as árvores são derrubadas para construção das casas ou para abertura de espaço para habitações futuras.

Figura 7: Curso d'água poluídos na nascente do Lago do Aleixo

Fonte: Autores (2023).

Além disto, o curso de água poluído é outra consequência das invasões, em que a falta de saneamento adequado e a disposição inadequada de resíduos sólidos e poluentes resultam na contaminação dos rios, riachos ou lagos próximos (OLIVEIRA; HADDAD, 2023). Segundo o estudo de Giusti (2021), isso tem várias ramificações negativas, incluindo a degradação da qualidade da água, prejudicando tanto os recursos hídricos quanto a fauna aquática. Além disso, a contaminação da água pode representar riscos à saúde da população local, tornando a água imprópria para consumo e podendo causar doenças.

Outros fatores visualizados na área de estudo estão relacionados à poluição decorrente dos resíduos gerados pelas famílias antes e durante o período de permanência, que por não possuir saneamento, passam a despejar lixo doméstico em lugares aleatórios, geralmente sendo nas encostas das ruas que iniciam ou terminam as invasões. Quando as invasões ocorrem de forma desordenada e sem infraestrutura adequada, a disposição inadequada de resíduos sólidos se torna comum, causando diversos impactos negativos, tais como: acúmulo de lixo, poluição do solo e água, problemas de saúde pública, e desafios

de saneamento básico, afetando o meio ambiente local (AMARAL, 2022; FARIAS et al., 2023).

Outro fator frequentemente visto em invasões é a fossa sanitária, que é usada para atender às necessidades de saneamento dos homens, mas sem os cuidados de expulsão necessários, na qual, provoca sérios riscos à natureza e ao homem. Conforme disposto na Figura 08, nas casas da invasão há fossas secas com despejo nos cursos d'água, o que representa um desafio ambiental significativo e podem agravar os problemas relacionados à poluição da água e à saúde pública em áreas de invasão. As fossas secas são sistemas primitivos de tratamento de esgoto, frequentemente usados em locais onde não há acesso a sistemas de saneamento básico.

Figura 8: Fossas secas nas moradias com despejo nos cursos d'água

Fonte: Autores (2023).

Além disso, o despejo inadequado de esgoto em fossas secas pode resultar em riscos significativos para a saúde das pessoas que vivem nas áreas de invasão, posto que, a exposição a água contaminada por esgoto pode transmitir doenças infecciosas e parasitárias, criando um sério problema de saúde pública (MARQUES et al., 2021). Vale destacar que o Bairro da Colônia Antônio Aleixo, possui a nascente do lago do Aleixo, assim, o despejo de esgoto nos cursos d'água pode causar a morte de peixes e outros organismos aquáticos, bem como contribuir para a degradação dos ecossistemas aquáticos.

Entretanto, é válido enfatizar que, além dos impactos gerados pela ocupação irregular, o Lago do Aleixo também recebe rejeitos advindos da Penitenciária do Puraquequara, Comunidade Bela Vista e Colônia Antônio Aleixo. Esses rejeitos podem incluir efluentes não tratados, resíduos sólidos e poluentes diversos, contribuindo para a degradação adicional da qualidade da água do lago.

Essa situação é preocupante, pois se traduz em um acúmulo de pressões ambientais sobre o ecossistema do Lago do Aleixo, o que pode resultar em uma série de impactos negativos, como a contaminação da água, a diminuição da biodiversidade aquática e a deterioração da qualidade de vida das comunidades que dependem do lago

para atividades econômicas, recreação e abastecimento de água (Pimentel, 2016). Portanto, é crucial abordar essas fontes de poluição em conjunto com os impactos das ocupações irregulares para desenvolver soluções abrangentes e mitigar os problemas ambientais enfrentados na região.

Continuamente, após a visita in loco nas áreas de invasão, foi elaborado o check list, no qual avalia os meios físicos, bióticos e antrópicos, quanto ao tipo (+ mais ou +/- mais ou menos), magnitude (Pequena, Média e Grande) e importância (Sendo 1 menos importante e 3 mais importante), vide Quadro 2, que apresenta uma avaliação do impacto de certas atividades no meio físico, onde o aumento dos processos erosivos é visto como um impacto adverso significativo com magnitude média (M) e importância moderada (nível 2). A capacidade de uso da terra e o dano ao relevo têm percepções mistas, sendo considerados de magnitude pequena (P) e importância baixa (nível 1) ou média (M) e baixa (nível 1), respectivamente. A poluição do solo é predominantemente vista como negativa com uma magnitude e importância moderadas (M e nível 2). As emissões de odores e a queima de lixo são ambíguas em impacto, mas geralmente consideradas de menor magnitude (P) e importância que varia entre baixa (nível 1) e moderada (nível 2).

Quadro 2: Check-list dos impactos ambientais pelas invasões no Bairro Colônia Antônio Aleixo.

MEIOS/IMPACTOS	ATRIBUTOS							
	TIPO		MAGNITUDE			IMPORTÂNCIA		
	+	+/-	P	M	G	1	2	3
MEIO FÍSICO								
Aumento dos processos erosivos	x			x			x	
Alteração da capacidade de uso da terra		x	x			x		
Dano ao relevo		x		x		x		
Poluição do Solo	x			x			x	
Emissões de Odores		x	x			x		
Queima de Lixo		x	x				x	
Presença de Vetores		x	x				x	
MEIO BIÓTICO								
Redução da biota do solo	x			x		x		
Redução da capacidade de sustentação da fauna	x				x			x
Poluição da qualidade d'água do Lago do Aleixo	x				x			x
Redução da biodiversidade nativa	x				x			x
MEIO ANTRÓPICO								
Alteração na paisagem (impacto visual)	x				x			x

Fonte: Autores (2023), adaptado de Sobral (2007).

A alteração da capacidade de uso da terra recebe uma avaliação mista (+/-), indicando que há uma divisão de percepções entre impacto positivo e negativo. A magnitude é classificada como "P" (pequena), e a importância atribuída é de nível 1 (provavelmente baixa), o que sugere que, embora haja uma percepção mista quanto a esse impacto, muitos o consideram de magnitude e importância relativamente baixas.

O dano ao relevo é avaliado de forma mista (+/-) quanto ao seu impacto. A magnitude é considerada "M" (média), e a importância é de nível 1 (provavelmente baixa). Isso indica que, embora haja percepções divididas sobre o impacto, a maioria o classifica

como de magnitude média e importância relativamente baixa. A poluição do solo é predominantemente percebida como um impacto negativo (+). A magnitude é classificada como "M" (média), e a importância é de nível 2 (provavelmente moderada). Isso destaca a relevância desse impacto na degradação ambiental das áreas invadidas.

As emissões de odores recebem uma avaliação mista (+/-) quanto ao impacto. A magnitude é considerada pequena ("P"), e a importância é de nível 1 (provavelmente baixa). Isso sugere que, embora as emissões de odores sejam percebidas de maneira ambígua, sua importância é relativamente baixa.

A queima de lixo é avaliada de forma mista (+/-) quanto ao impacto. A magnitude é classificada como pequena ("P"), e a importância é de nível 2 (provavelmente moderada). Isso indica que existe uma divisão de percepções em relação a esse impacto, mas muitos consideram sua importância moderada.

Deste modo, em relação aos sobre o meio físico mostram que a maioria dos impactos ambientais é percebida como negativa, com ênfase em impactos como aumento dos processos erosivos e poluição do solo. No entanto, há algumas percepções ambíguas em relação a outros impactos, como a alteração da capacidade de uso da terra, dano ao relevo e emissões de odores. Essas percepções variadas destacam a complexidade dos impactos ambientais nas áreas de invasão e a importância de considerar uma ampla gama de fatores ao abordar questões ambientais nessas comunidades.

No que se refere aos resultados em relação aos impactos ambientais no meio biótico causados pelas invasões no bairro Colônia Antônio Aleixo, observa-se que a redução da biota do solo é percebida como um impacto negativo, com magnitude média (M) e importância relativamente baixa (1). Todavia, há um consenso de que a redução da capacidade de sustentação da fauna é um impacto muito significativo e negativo (G 3), com implicações de alta importância, visto que a invasão de maior teor, ocupou uma área de 95%.

Em relação a poluição da qualidade da água do Lago do Aleixo, esta é percebida como um impacto extremamente relevante e negativo (G 3), com implicações críticas para o ambiente, posto que o bairro possui uma nascente e parte das atividades comerciais são de pesca. Além do que, a redução da biodiversidade nativa é universalmente considerada um impacto muito significativo e negativo (G 3), com implicações de alta importância para a região, visto toda extensão de floresta.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os impactos ambientais resultantes de modificações urbanas na área da Colônia Antônio Aleixo incluem degradação ambiental, transformação de áreas verdes em zonas urbanizadas e o aumento de processos erosivos. Comparando a situação de 2018 com 2023, é evidente que houve uma transformação significativa, com um aumento acentuado das invasões de terras, desmatamento e queimadas, que têm causado impactos adversos, como a perda de vegetação nativa, emissão de gases de efeito estufa e a poluição da água, tornando-a inadequada para o consumo humano e prejudicando a vida aquática.

Além disso, a disposição inadequada de resíduos sólidos e o despejo de esgoto em fossas secas agravam a poluição do ambiente, afetam a saúde pública e ameaçam a biodiversidade local. A pressão ambiental é agravada pela contribuição de rejeitos da Penitenciária do Puraquequara, Comunidade Bela Vista e Colônia Antônio Aleixo para a

degradação da qualidade da água do Lago do Aleixo, enfatizando a necessidade de abordar essas fontes de poluição em conjunto com as invasões de terras para mitigar os problemas ambientais na região.

A análise dos impactos mostrou uma complexidade de percepções, especialmente no que se refere a impactos como a alteração da capacidade de uso da terra e as emissões de odores. Essa diversidade de perspectivas reflete a complexa realidade das áreas invadidas, onde diferentes fatores e interações ambientais podem influenciar as percepções das comunidades locais. Uma vez que, além dos impactos no meio ambiente, as invasões afetam diretamente as comunidades locais, com implicações para a qualidade de vida, saúde e segurança. Academicamente, este estudo contribui para uma compreensão mais aprofundada dos desafios enfrentados em áreas de invasão e fornece uma base para futuras pesquisas.

Com base nos resultados apresentados, fica claro que medidas mitigadoras são necessárias para lidar com os impactos ambientais das invasões no bairro Colônia Antônio Aleixo, incluindo a implementação de práticas de uso da terra mais sustentáveis, o desenvolvimento de infraestrutura de saneamento básico adequada e a promoção da conscientização ambiental nas comunidades afetadas.

Portanto, este estudo demonstrou que as invasões de terra no bairro Colônia Antônio Aleixo têm um impacto ambiental considerável. A preservação do meio ambiente e a melhoria das condições de vida das comunidades locais exigem ações coordenadas e um compromisso com a sustentabilidade. É necessário tomar medidas para minimizar esses impactos, promovendo um ambiente mais saudável e sustentável para as atuais e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

[1] AMARAL, E.B. **Impacto ambiental das atividades antrópicas em rios urbanos**. Unisanta BioScience, v. 11, n. 2, p. 97-108, 2022. Disponível em: < https://periodicos.unisanta.br/index.php/bio/article/view/3165/2176>

[2] CAMPELLO, F. A. **Poluição: causas, consequências e soluções**. Editora Senac São Paulo, 2023.

[3] DE AGUIAR, J. E. S.; VAZ, C. M.; RODRIGUES, E. B.; SANTANA, J. M.; REIS, M. S.; NEVES, R. R.; SOUZA, G. T. **Avaliação ambiental da área de preservação permanente ao longo do igarapé santos localizado na cidade de Tucuruí–PA**. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica, p. 111-124, 2019. Dispon;ivel em: < https://doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2023.16.1.82019>

[4] DE CASTRO, E.M.R.; CASTRO, C.P. **Desmatamento na Amazônia, desregulação socioambiental e financeirização do mercado de terras e de commodities**. Novos Cadernos NAEA, v. 25, n. 1, 2022. Disponível em: < https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/12189/8437>

[5] DE LIMA, M. C. A.; JESUS, S. D.; LAFAYETTE, K. P.; SILVA, S. R. **Análise da ocupação desordenada no alto da Macaíba em Jaboatão dos Guararapes/PE.** Research, Society and Development, v. 10, n. 17, p. e28101724352-e28101724352, 2021. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwilvNbLh56DAxU0DrkGHZuAB2IQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Frsdjournal.org%2Findex.php%2Frsd%2Farticle%2Fdownload%2F24352%2F21321%2F288320&usg=AOvVaw1utctnwaCaAieRL_f2_Dv0&opi=89978449>

[6] DE MATOS, A.T. **Poluição ambiental: impactos no meio físico.** Editora UFV, 2020.

[7] DOS SANTOS, E.D.S. **Instrumentos para lidar com a ocupação desordenada em áreas de risco: o caso cidade do povo**. Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, n. 12, 2020.

[8] FARIAS, A.; DIAS, D.; MENDES, R. **Ecologia política, conflito socioambiental e resíduos sólidos na Amazônia: inovação sociopolítica como síntese das tensões no caso do Aterro Sanitário de Marituba**. P2P E INOVAÇÃO, v. 10, n. 1, p. 6-26, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.21728/p2p.2023v10n1.p6-26>

[9] FERREIRA, E. J. M.; FINATTO, C. P.; NEIVA, S. S.; GERRA, J. B. S. O. A. **As contribuições da quarta revolução industrial para ecoinovações: uma revisão bibliométrica**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 9, p. 265-282, 2020. Disponível em: < https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020265-282>

[10] FERREIRA, F. **Irregularidade da posse da terra urbana, invasão de domicílios e espaço metropolitano**. EURE (Santiago), v. 45, n. 136, p. 93-111, 2019. Disponível em:< http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612019000300093 >

[11] FIGUEIRA, M.; SIERRA, S. C.; MONTEIRO, S. D.; CARDÓN-MENA, J. **Invasão ou ocupação? Controvérsias sociotécnicas sobre a função social da propriedade fundiária no Brasil**. In: Ciberactivismo, libertad y Derechos Humanos. Retos de la democracia informativa. XI Congreso Internacional ULEPICC (2020), p 137-160. ULEPICC, 2020. Disponível em: < https://hdl.handle.net/11441/103017>

[12] FRANÇA, A. C.; SILVA, R. G.; MATRICARDI, E. A. T.; SAMPAIO, A. B.; **Suscetibilidade à invasão de Unidades de Conservação Federais por espécies exóticas invasoras da flora terrestre**. Agricultura Científica Não Semiárida, v. 16, não. 3, pág. 126-133, 2020. Disponível em: < 10.30969/acsa.v16i3.1268>

[13] GIRARDI, I.M.T. et al. **Meio ambiente no Jornal Nacional: das tragédias às disputas políticas. Animus.** Revista Interamericana de Comunicação Midiática, v. 22, n. 48, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.5902/2175497768800>

[14] GIUSTI, N. M. S. **Estudos e análises periciais do impacto ambiental no canal do jandiá: causador de poluição do rio amazonas devido às invasões permanentes**. São Paulo: Editora Dialética, 2021.

[15] MACÊDO, F. R. B.; GRIGIO, A. M.; DA SILVA, M. R.F . **Zoneamento de áreas de risco: uma visão para a Agenda 2030**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 7, n. 51, 2019. Disponível em: < https://doi.org/10.17271/2318847275120192151>

[16] MALCHER, F. F.; DA SILVA, J. B. F. S.; NOGUEIRA, R. P**. Crescimento urbano desordenado: a degradação dos recursos hídricos e a educação ambiental na cidade de Manaus**. Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, v. 2, n. 3, p. 23-23, 2021. Disponível em: < https://doi.org/10.51189/rema/1702>

[17] MARICATO, E. **A terra é um nó na sociedade brasileira também nas cidades**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.labhab.fau.usp.br/wpcontent/uploads/2018/01/maricato_terrano-sociedadebrasileira.pdf>. Acesso em: 25 out 2023.

[18] MARQUES, J.R.A.; GUTJAHR, A.L.N.; BRAGA, C.E.S. **Caracterização socioeconômica e ambiental dos residentes do igarapé Santa Cruz, Breves, arquipélago de Marajó, Pará, Brasil**. Holos, v. 1, p. 1-19, 2021. Disponível em < https://doi.org/10.15628/holos.2021.6919>

[19] MENEZES, T.C.C. **Colunas de fogo, cortinas de fumaça e narrativas inflamáveis: multiplicação de incêndios florestais e as novas dinâmicas sociais da expansão da fronteira agropecuária amazônica**. Revista Trabalho Necessário, v. 20, n. 41, p. 01-26, 2022. Disponível em : < https://doi.org/10.22409/tn.v20i41.52255>

[20] MONTEIRO, A.R.; VERAS, A.T.R. **A questão habitacional no Brasil**. Mercator, v.16. Fortaleza, 2017. Disponível em: < https://doi.org/10.4215/RM2017.E16015 >

[21] NETO, R. C. N.; CARDOSO, M. A. C.; DA SILVEIRA, S. S. **A ocupação das cidades e a proteção ao meio ambiente**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Processo Coletivo e Cidadania, p. 490-504, 2022. Disponível em: < https://revistas.unaerp.br/cbpcc/article/view/2833>

[22] OLIVEIRA, T. R. **Gestão de resíduos sólidos nas capitais do sul do Brasil: análise dos dados do sistema nacional de informações sobre a gestão de resíduos sólidos**. Curso de Especialização de Gestão Pública Municipal (EaD, da Universidade Federal de Santa Maria). Santa Maria, 2022. Disponível em: < http://repositorio.ufsm.br/handle/1/26658>

[23] OLIVEIRA, T.P.; HADDAD, T.A.S. **Por se achar arruinada a mesma rua com a invasão das águas...": técnica e política na atuação da Câmara Municipal de São Paulo no enfrentamento de alagamentos na segunda metade do século XVIII**. Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material, v. 31, p. 1-27, 2023. Disponível em : < https://doi.org/10.11606/1982-02672023v31e23>

[24] OVIEDO, A.; AUGUSTO, C.; LIMA, W. A. **Conexões entre o CAR, desmatamento e o roubo de terras em áreas protegidas e florestas públicas**. Brasília, Instituto Socioambiental, v. 18, 2021. Disponível em: < https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/conexoes-entre-o-car-desmatamento-e-o-roubo-de-terras-em-areas-protegidas-e>

[25] PIMENTEL, M. J. S. **Caracterizar quanto ao aspecto físico, químico e biológico do Lago do Aleixo**. In: Anais do V Congresso de Iniciação do INPA-CONIC. 2016. Disponível em: <https://koha.inpa.gov.br/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=29569&shelfbrowse_itemnumber=37804>

[26] SILVEIRA, S. M. L.; ROSSI, R. A.; DE VUONO, G. D. D. **Pandemia:(mesmos) modos de morar e trabalhar**. Revista Políticas Públicas & Cidades–ISSN, v. 2359, p. 1552, 2020. Disponível em: < 10.23900/2359-1552v1n1-5-2020>

Capítulo 12

Assentamento irregular na capital do Amazonas: estudo de caso no bairro Colônia Antônio Aleixo

Alicia Andrade Araujo
Jean Paulo de Souza Vieira
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: O objetivo desse trabalho foi identificar os principais impactos ambientais gerados pelas ocupações irregulares no bairro Colônia Antônio Aleixo, estimando sua população média, produção de RSU (resíduos sólidos urbanos) e efluentes domésticos, propondo soluções. Os resultados foram obtidos por meio de imagens de satélite LANDSAT no período de 20 anos (2000-2020). Por meio das imagens foram verificados os impactos ambientais gerados e a expansão do ambiente degradado. Por meio deste método, foi estimado o número de habitantes/moradias, produção de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) e efluentes. Com isso, observou-se o crescimento habitacional das três áreas, os possíveis problemas de erosão do solo, desmatamento e queimadas são visíveis durante o processo de ocupação. No total, foi estimado 18 mil habitantes (aproximadamente 4 mil moradias), sendo produzido cerca de 19 mil toneladas de RSU e 1500 m^3 de efluentes diariamente. Indiretamente, esses fatores geraram impactos ambientais nessas áreas, a remoção da cobertura vegetal, prejudicando a fauna e flora local; desgaste e erosão do solo, aumentando o risco de desabamento de moradias construídas em barrancos; destruição do habitat por meio do desmatamento e das queimadas; acúmulo e descarte inadequado de resíduos sólidos e efluentes na região. Contudo, a degradação ambiental presente nessas áreas ocupadas tende a crescer caso nenhuma medida de prevenção ou planejamento urbanístico for aplicado.

Palavras-chave: Impacto Ambiental; Ocupação Irregular; Desmatamento.

1. INTRODUÇÃO

A ocupação irregular é a habitação inapropriada de um local, sendo ela uma área verde ou vazio urbano, que ocasionam a médio e a curto prazo impactos econômicos, sociais e ambientais na região ocupada (KRONBAUER, 2018). Para Doria *et al.,* (2021), os principais impactos ambientais que a expansão das cidades brasileiras tem causado são principalmente o desmatamento de áreas de vegetação nativa, poluição de rios e pequenos corpos d´água. Quando há a ocupação de uma área natural, a primeira atividade humana feita é a retirada da vegetação nativa, ocasionando o desmatamento, tendo como consequência direta, prejuízos ambientais, como a formação de áreas degradadas e retração dos remanescentes florestais (FARIAS *et al.,* 2018). Ainda, este quando feito de forma desordenada ocasiona impactos ambientais como: danos a fauna e flora; a retirada da camada fértil do solo, empobrecendo-o; a retirada da vegetação nativa, causando o incremento da erosão; o assoreamento dos recursos hídricos; inundações; o aumento do escoamento superficial da água e redução da infiltração (MOTA, 1999).

As mudanças de cobertura e uso do solo promovem alterações no balanço hídrico, de energia e de radiação à superfície, por meio de modificações nos processos térmicos, radiativos, hídricos e aerodinâmicos da superfície (NOGUEIRA, 2007; SETO; SHEPHERD, 2009; LI *et al.,* 2018; GARG *et al.,* 2019; MÜNCH *et al.,* 2019). A alteração da cobertura natural tem como principais forças motrizes o desflorestamento para uso agropecuário, industrial e residencial, por meio do processo de urbanização, que representam os maiores impactos antropogênicos na superfície e na atmosfera atualmente (RIENTJES *et al.,* 2011; LI *et al.,* 2018).

Devido ao constante crescimento populacional da cidade de Manaus, a problemática das ocupações irregulares mante-se presente na capital do Amazonas. Segundo a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS, 2019), na cidade de Manaus, no período de 2018 a 2019 ocorreu um aumento de 125% das ocupações que aumentou de 32 assentamentos irregulares para 72 assentamentos combatidos em 2019, sendo registrados 55 (cinquenta e cinco) ocupações irregulares em áreas verdes e preservação permanente no período de janeiro a junho, em 2019. Historicamente, os bairros mais afetados pelos impactos das ocupações irregulares na cidade de Manaus foram os da zona oeste, zona norte e zona leste.

A zona oeste é legalmente protegida pelo órgão ambiental municipal da capital, tornando-o APA do Tarumã/Ponta Negra (Área de Proteção Ambiental). De acordo com a SEMMAS, os limites da APA foram traçados devido à bacia do igarapé Tarumã-Açu, que é um importante contribuinte do Rio Negro. Apesar de que essa área seja legalmente protegida pelo decreto 9556/2008, que determina os limites geográficos e os objetivos da APA, grande parte da zona oeste foi destinada a loteamentos habitacionais de alto custo (NOGUEIRA, 2007).

Além dos danos ambientais gerados pelo loteamento habitacional no local, as Áreas de Preservação Permanente (APP's) foram as que sofreram mais impactos devido as invasões, que além de sua intervenção direta no ambiente, houve o assoreamento dos recursos hídricos por meio do processo de terraplenagem sem os cuidados técnicos quando da execução das ETE's. Além disso, o rebaixamento de greide; afugentamento de animais; geração de ruídos e vibrações pela operação da usina de concreto e movimentação de máquinas; disposição de resíduos sólidos e líquidos no local da obra e outros impactos foram originados pela criação desses lotes habitacionais (NASCIMENTO, 2009).

Em 2020, o assentamento irregular denominado de "Monte *Horebe*" na zona norte de Manaus com área superior a 970.000 m², se expandiu para a parte leste da Reserva Florestal Adolpho *Ducke*, causando não apenas a supressão vegetal do local, mas também o aumento da caça e conflitos entre os animais e os habitantes da região, o que comprometeria a capacidade de carga biológica na reserva *in situ* (LINS 2018). Estudos sobre as alterações nas características da superfície já mostraram que estas mudanças influenciam nos padrões de chuva, tanto sobre a cidade quanto nos arredores (FARIAS, 2018; SÁTYRO *et al.,* 2021). Outra consequência observada na zona norte da capital foi a degradação ambiental ocorrida devido a implantação de conjuntos habitacionais públicos e privados. Atualmente, a zona norte de Manaus vem se apresentando como campo privilegiado da expansão do perímetro da cidade, dinâmica liderada pelos projetos imobiliários (NOGUEIRA, 2007; MELO, 2020; MELO & BERNARDINO, 2022).

Em um período de 18 anos (1989 – 2007) as ocupações irregulares intensificaram na zona leste da capital do Amazonas, sendo os principais impactos ambientais originários das ocupações irregulares, como a destruição de nascentes; a ameaça de extinção de espécies animais nativas como o Sauim de Manaus; maior vulnerabilidade a problemas de erosão, alagamento e aumento de temperatura ocasionada pelo desaparecimento de espécies vegetais que tem como função proteger o solo das agressões do Sol e da chuva etc (NOGUEIRA, 2007).

Devido à escassez de dados presentes a respeito das problemáticas ambientais presentes na zona leste de Manaus, o objetivo desse trabalho é avaliar o desmatamento no bairro Colônia Antônio Aleixo de 2000 a 2020. Os *shapesfiles* obtidos foram obtidos através das fontes do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), da FBDS (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável) e do PRODES – INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) que posteriormente foram utilizados para a elaboração dos mapas no software de geoprocessamento *Qgis*. Além disso, com essas informações, foi estimado o contingente habitacional da área de estudo, juntamente com a produção de RSU (resíduos sólidos urbanos) e efluente doméstico gerado no loca, com o intuito de avaliar o nível de poluição que havia na área analisada, através do software Excel, que foi utilizado para a elaboração dos gráficos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Assim, como objeto de estudo foram destacadas três áreas de ocupações irregulares no bairro Colônia Antônio Aleixo, zona Leste a cidade de Manaus/AM. A primeira, denominada de OC1 a 3° 4'31.35"S; 59°53'54.62"O; OC2 em 3° 4'55.16"S; 59°54'1.15"O e finalmente a OC3 em 3° 5'19.34"S; 59°53'55.20"O. Além disso, vale a pena destacar que em torno das áreas de ocupação irregulares é possível verificar a presença de igarapés que desaguam no lago do Aleixo, afluente do Rio Amazonas (Figura 1).

Primeiramente, o mapeamento da área de estudo será utilizado ferramenta SIG (Sistema de Informação Geográfica) sendo o software QGIS como ferramenta de geoprocessamento. Os *shapesfiles* obtidos serão através das fontes do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), da FBDS (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável) e do PRODES – INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) no período de 2000 a 2020.

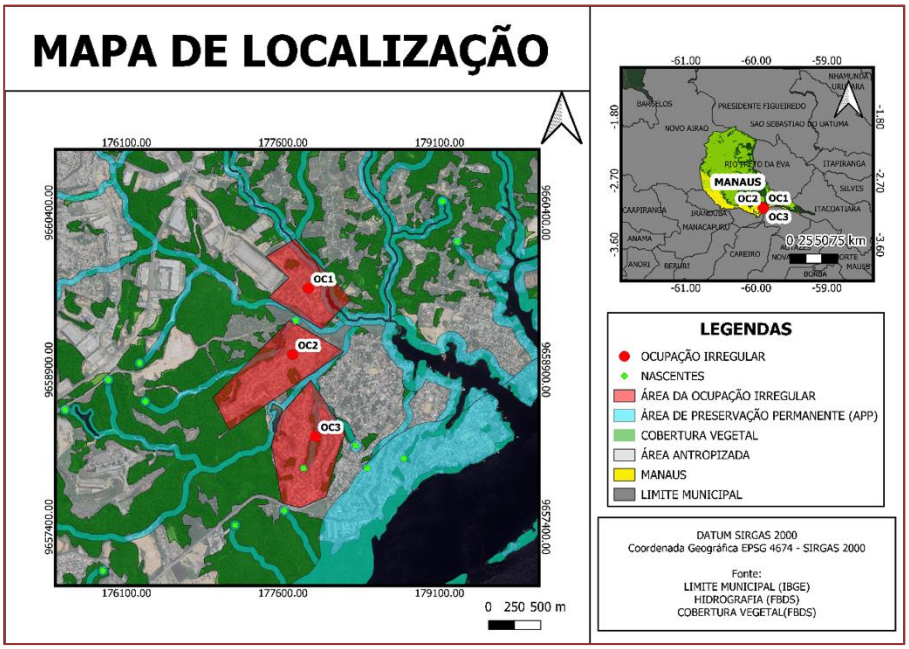
Para estimar o contingente populacional das áreas de "invasão", será feito com os dados de habitantes/área do IBGE. Para estimar a quantidade de residências nas áreas de

ocupação irregular, será aplicado uma mediana da dimensão dos lotes delimitados, também por meio do software QGIS, devido a extensão habitacional dos locais definidos e um número exorbitante de lotes distribuídos irregularmente pelas “invasões”.

A mediana é número central destacado em um conjunto de dados cujo seu objetivo é encontrar a tendência central do resultado, reduzindo vários dados a um. Após encontrado, defina-se a área dos lotes. Assim, será atribuído o número de habitantes/residências, a produção de resíduos sólidos de acordo com a ABRELPE (2018/2019) - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - e a produção de efluentes domésticos, conforme a NBR 7229 que fixa as condições exigíveis para projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, incluindo tratamento e disposição de efluentes e lodo sedimentado.

De posse das informações, serão gerados gráficos utilizando a ferramenta excel, para assim, ser possível estimar a produção total de resíduos sólidos urbanos e efluente doméstico gerado na área de estudo.

Figura 1: Mapa de localização das áreas de estudos (OC1, OC2 e OC3)



Fonte: Autor (2023)

3. RESULTADOS

3.1. ESTIMATIVA DE HABITAÇÃO/DOMICÍLIO MÉDIA DOS LOCAIS, PRODUÇÃO DE RSU (RESÍDUO SÓLIDO URBANO) E A PRODUÇÃO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS.

Obtendo-se a mediana da dimensão dos lotes de cada ocupação irregular, aplicou-se a média dos dados, no qual resultou em 194m^2 por lote. Ou seja, os lotes foram distribuídos, em média, a cada 194m^2 de área, totalizando 4189 residências. A fim de estimar quantos habitantes há nessas áreas, utilizou uma informação do censo demográfico do IBGE (2010), no qual afirma que a variação por situação de domicílios

entre 1991 e 2010, em zona urbana, no Amazonas é de 4,4 pessoas, totalizando, aproximadamente, 18.500 (dezoito mil e quinhentos) habitantes.

Para obter o valor estimado da produção de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) nessas ocupações, foi utilizado dado do panorama da ABRELPE (2018/2019), sendo afirmado que, entre 2017 e 2018, a produção de RSU (kg/ per capita/ dia) foi de 1,039 kg no Brasil. Ou seja, os brasileiros produzem um pouco mais de 1kg de resíduos sólidos por dia, sendo totalizado, nas áreas de "invasão" definidas, 19.152 kg de resíduos sólidos diariamente, ou 19 tonetaldas de resíduos sólidos por dia. Para estimar a produção de efluentes nesses locais, aplicou-se a NBR 7229 (1992). É afirmado que, a contribuição diária de esgoto em um alojamento provisório é de 80 litros por pessoa, sendo gerado aproximadamente um total de 1500 milhões de litros de efluentes pelas "invasões". Por meio dos dados obtidos, as informações gerais sobre as ocupações irregulares estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Dados gerais das ocupações irregulares definidas.

Local	Coordenadas	Perímetro (m)	Área (m^2)	Residências	Habitantes	RSU (kg/pessoa/dia)	Efluentes (l)
1	3° 4'31.35"S; 59°53'54.62"O	3.352	206.357	1.064	4.680	4.863	374.421
2	3° 4'55.16"S; 59°54'1.15"O	5.906	308.950	1.593	7.007	7.280	560.569
3	3° 5'19.34"S; 59°53'55.20"O	6.022	297.420	1533	6.746	7.009	539649
Total	-	**15.280**	**812.727**	**4.189**	**18.433**	**19.152**	**1.474.639**

Fonte: Autores (2023)

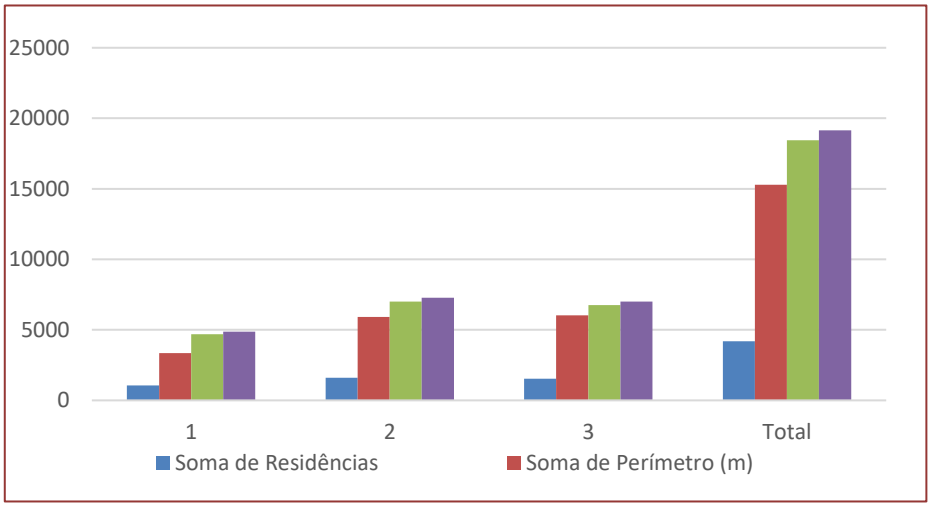
Ao analisarmos o Gráfico 1, é possível verificar uma relação direta e proporcional entre o número de habitantes e a quantidade de RSU produzidos. Quanto maior for o número de habitantes, maior será a produção de resíduos sólidos por eles, como mostrado nas ocupações irregulares analisadas (local 01, 02 e 03).

Embora a ocupação irregular 02 possua uma área maior se comparada as demais, o seu perímetro é inferior a ocupação irregular 03. Somando o total da área das ocupações irregulares, resulta-se em 812.727 m^2 de extensão, o equivalente a 75 campos de futebol. Tratando-se das residências, foi estimado 4.189 casas, totalizando, aproximadamente, 18.500 habitantes nas áreas delimitadas, sendo a ocupação irregular 01 com 1064 casas, a ocupação irregular 02 com 1593 residências e a ocupação irregular 03 com 1533 residências.

Por mais que o valor da produção de resíduos sólidos por pessoa nessas ocupações seja alto, se não for aplicado um PGRS (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos), tende-se a aumentar exponencialmente podendo chegar até 7 milhões de kg de resíduos sólidos no período de 1 ano, representando 0,008% do lixo produzido no Brasil, que foi de 79 milhões de toneladas em 2018 (ABRELPE 2018/2019). Assim como os RSU, a produção de efluentes tende a aumentar com o tempo. Estimando-se, o resultado encontrado seria equivalente a um volume de 1.500 m^3, sendo possível encher 1 olímpica e meia a cada dois dias de esgoto produzido por essas ocupações, resultando em volume de 547.500 m^3 no período de 1 ano.

Levando em conta que apenas 38% do esgoto no Brasil é tratado, 339.450 m^3 de efluentes será despejado diretamente nos rios, prejudicando não apenas a vida aquática, mas também as pessoas e os animais que dependem dos rios para a sua subsistência. É importante destacar que essas informações são estimativas que só irão acontecer se a evolução da poluição local se expandir sem o seu devido controle, com a ausência aplicação de políticas públicas e aplicação do plano diretor na área.

Gráfico 1: Dados gerais das ocupações irregulares.

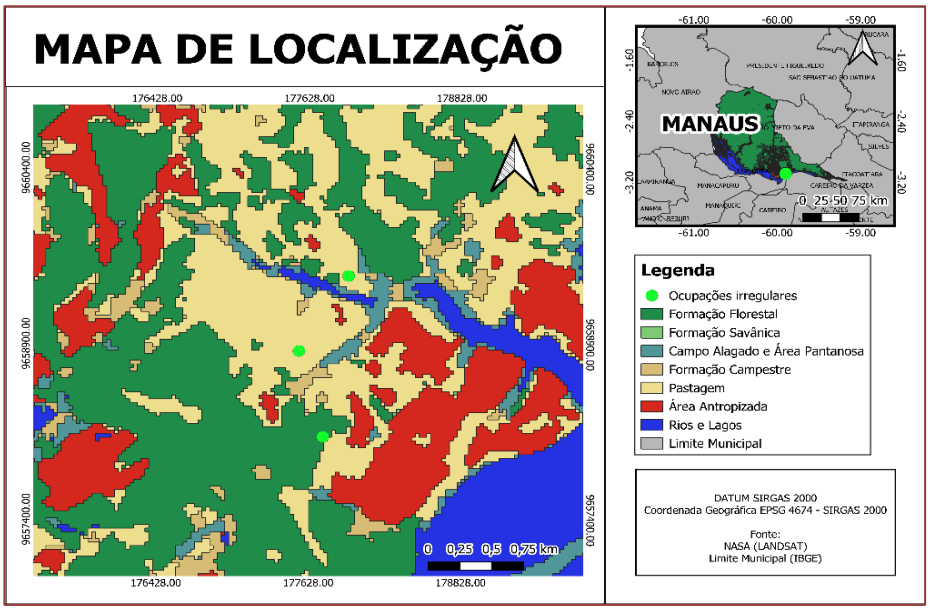


Fonte: Autores (2023).

3.2. MAPEAMENTO TEMPORAL DA EVOLUÇÃO DO DESMATAMENTO NO LOCAL.

Na realização deste estudo, foi feito um mapeamento temporal do local para analisar a extensão do desmatamento nas áreas não-habitadas. Por meio da ferramenta SIG QGis, delimitou-se as áreas ocupadas em um período de 20 anos, de 2000 a 2020. O mapa de localização apresentado na Figura 2, mostra o início da urbanização consolidada no ano de 2000, visto que nesse período a população de Manaus já apresentava a quantidade de habitantes de 1.403.796 (um milhão, quatrocentos e três mil, setecentos e noventa e seis) com um aumento percentual de, aproximadamente, 347% da população manauara em um período de 30 anos (IBGE, 2010). Especificamente na área de estudo, o local se encontra com poucos fragmentos de ocupação antropogênica e com uma alta concentração de pastagem e cobertura florestal. No micromapa, a cidade ainda se encontrava em crescimento populacional, com poucas alterações espaciais no mapa, quando comparado com o mapa de 20 anos após.

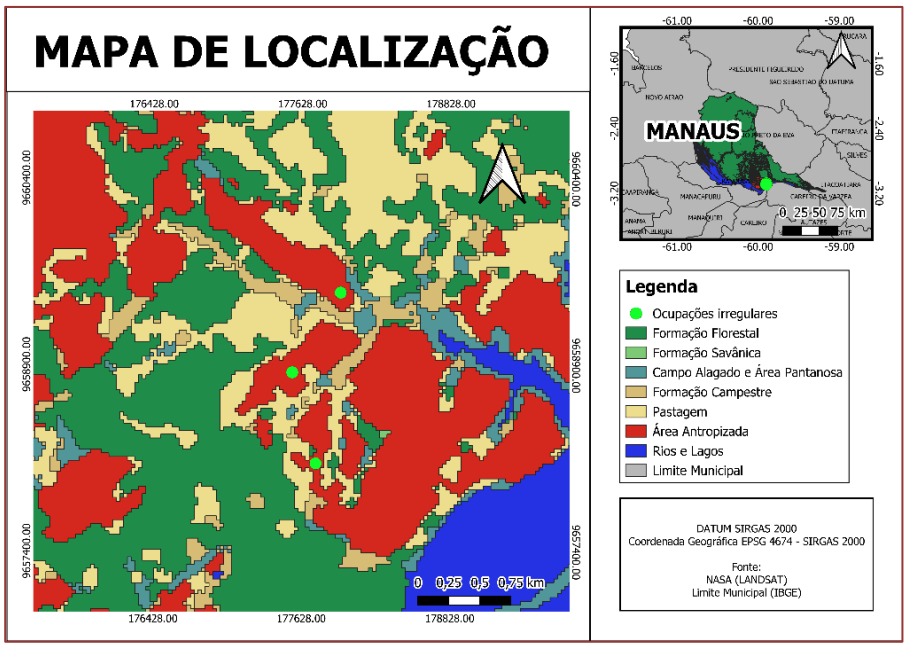
Figura 2: Mapa de uso e ocupação do solo no município de Manaus (AM) em 2000.



Fonte: Autores (2023).

Após 20 anos, o mapa de localização do ano de 2020 (Figura 3) apresenta maiores áreas antropizadas, devido ao crescimento populacional de Manaus e uma redução da cobertura vegetal, área de pastagem e hidrografia geral no local de estudo. No micromapa é notável a expansão territorial na capital do Amazonas, aumentando massivamente em direção ao norte da cidade de Manaus.

Figura 3: Mapa de uso e ocupação do solo no município de Manaus (AM) em 2020.



Fonte: Autores (2023).

A Tabela 2 apresenta o uso do solo em Km² em Manaus, das camadas destacadas no mapa de localização do bairro Colônia Antônio Aleixo. Com esses dados é notável que a área antropizada cresceu e a hidrografia (igarapés) da cidade diminui, provavelmente devido ao crescimento populacional na cidade. Houve um acréscimo de 29 Km2 na quantidade de lagos (massas d'águas) na capital. As áreas de pastagens e as formações campestres foram suprimidas durante esses 20 anos, enquanto houve um aumento de 6% na formação campestre da cidade. Houve um acréscimo na formação florestal na cidade de Manaus, provavelmente ocasionado pela recuperação florestal em algumas áreas que foram desmatadas na capital.

Tabela 2: Dados de área do uso do solo na cidade de Manaus no ano de 2000 e 2020.

Classe de Uso da Terra	Uso do Solo (Km²) Ano 2000	Ano 2020	Diferença 2020 - 2000
Formação Florestal	9298,107	9327,231	29,124
Formação Savânica	0,064	0,026	0,038
Campo Alagado e Área Pantanosa	91,192	120,279	29,087
Formação Campestre	33,878	36,145	2,267
Pastagem	338,994	278,791	60,203
Área Antropizada	183,465	232,374	48,909
Rio, lago e oceano	1489,869	1435,386	54,483

Fonte: Autores (2023).

A Tabela 2 mostra que o mapa de localização do ano de 2000 apresenta um solo de pastagem (~339 km²) e a sua formação florestal (~9298 Km²) mais intensa, com poucas áreas antropizadas (~183Km²) e com maior quantidade de massa d'água (~1490 Km²) presente no ambiente. No município de Manaus, apresentado no macro mapa, é possível observar a cidade crescendo, devido a migração da população durante o crescimento da ZFM (Zona Franca de Manaus). É notável que nos pontos que foram destacados as ocupações irregulares apresentam ainda a sua terra intacta, sem nenhum sinal de antropização.

O mapa de localização do ano de 2020 apresenta diferenças relevantes quando comparado com o mapa de 2000. A área antrópica na cidade cresce em mais de 48 Km², diminuindo a pastagem da cidade em mais de 21%. As ocupações irregulares apresentaram um processo de erosão maior, ocasionando como consequência a diminuição de massas d'água presente na área. A cobertura vegetal foi retirada e o bairro Colônia Antônio Aleixo ainda continua se expandindo, aumentando o acúmulo de poluição pontual concentrada. É importante salientar que os assentamentos irregulares (OC1, OC2 e OC3) estão presente em área de APP (Área de Preservação Permanente), ocasionando a perda dos corpos hídricos no local, por conta da geração altíssima de efluentes domésticos. O macro mapa de localização de 2020 apresenta uma maior expansão de território quando comparada com o mapa de 2000, aumentando mais de 26% em seu crescimento de área antropizada, sendo reflexo do constante crescimento demográfico na cidade de Manaus.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da metodologia utilizada, pode-se concluir, por meio dos dados obtidos, que as áreas analisadas no bairro Colônia Antônio Aleixo sofrem uma escassa degradação ambiental, visto que ainda não se aplicou nenhum programa de planejamento urbano e social.

Com a ausência de uma infraestrutura adequada, os impactos ambientais tendem a se potencializar, podendo acontecer o assoreamento dos igarapés próximos; o aumento de temperatura da região, devido a remoção da cobertura vegetal, prejudicando a fauna e flora local; desgaste e erosão do solo, impermeabilizando-o e aumentando o risco de desabamento de moradias construídas em barrancos; destruição do habitat por meio do desmatamento e das queimadas realizadas; alteração dos parâmetros físico-químicos da água; acúmulo e descarte inadequado de resíduos sólidos e efluentes na região, etc.

Com o aumento do número habitacional na capital do Amazonas, uma suposta alternativa para a reversão deste cenário encontrado nas localidades ocupadas irregularmente seria a retirada dos habitantes do local, abrigando-os em um lugar específico e logo em seguida, a realização do AIA (Avaliação de Impacto Ambiental), para verificar a magnitude dos danos causados na área e assim, poder aplicar o PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas), utilizando a alternativa mais viável para restaurar o equilíbrio ecológico do local degradado.

REFERÊNCIAS

[1] ABNT, 1992. NBR 7229: **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**, 5: 4-5 <http://acquasana.com.br/legislacao/nbr_7229.pdf>

[2] ABRELPE, 2019. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2: 11-12 <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>.

[3] CONAMA, 1986. **Resolução n. 001, 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente**.

[4] CONAMA, 2005. **Resolução n. 357, 17 de março de 2005. Estabelecem normas e padrões para qualidade das águas, lançamentos de efluentes nos corpos receptores e dá outras providências.** < http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>.

[5] DORIA CRDC, AGUDELO E, AKAMA A, BARROS B, BONFIM M, CARNEIRO L, BRIGLIA-FERREIRA SR, NOBRE CARVALHO L, BONILLA-CASTILLO CA, CHARVET P, DOS SANTOS CATÂNEO DTB, DA SILVA HP, GARCIA-DÁVILA CR, DOS ANJOS HDB, DUPONCHELLE F, ENCALADA A, FERNANDES I, FLORENTINO AC, GUARIDO PCP, DE OLIVEIRA GUEDES TL, JIMENEZ-SEGURA L, LASSO-ALCALÁ OM, MACEAN MR, MARQUES EE, MENDES-JÚNIOR RNG, MIRANDA-CHUMACERO G, NUNES JLS, OCCHI TVT, PEREIRA LS, CASTRO-PULIDO W, SOARES L, SOUSA RGC, TORRENTE-VILARA G, VAN DAMME PA, ZUANON J AND VITULE JRS (2021) **The Silent Threat of Non-native Fish in the Amazon:** ANNF Database and Review. Front. Ecol. Evol. 9:646702. doi: 10.3389/fevo.2021.646702

[6] FARIAS, C. D. S. **Efeitos do adensamento urbano e verticalização em Manaus sobre um fenômeno meteorológico de mesoescala**. Dissertação (Mestrado), Manaus, 2018. Dissertação (Mestre em Clima e ambiente), Manaus - AM. Disponivel em: < https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7459125>

[7] FARIAS, M.H.C.S; BELTRÃO, N.E.S; SANTOS, C.A, CORDEIRO, Y.E.M; **Impacto dos assentamentos rurais no desmatamento da Amazônia. Mercator (Fortaleza)**, Fortaleza, v. 17, 2018. Disponível em: < https://doi.org/10.4215/rm2018.e17009>

[8] GARG, V, NIKAM, B.R, THAKUR, B.K, AGGARWAL, S, GUPTA, P.K, SRIVASTAV, S.K. **Human-induced land use land cover change and its impacts on hydrology**. HydroResearch, v. 1, p. 48–56, 2019. Disponível em: < https://doi.org/10.1016/j.hydres.2019.06.001>

[9] IBGE, 2010. **Censo Demográfico 1872, 1890, 1900, 1920, 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010**. <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=6>.

[10] IBGE, 2010. **Censo Demográfico 2010: Características da população e dos domicílios - Resultados do universo**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 1: 53-54 <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf>.

[11] KRONBAUER, L.O. **Habitação de interesse social como forma de qualificação urbana para a comunidade da praia - Palhoça SC**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade do Sul da Catarina. 2018. Disponível em: < https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/12338>

[12] LI, P.; LI, H.; YANG, G.; ZHANG, Q.; DIAO, Y**. Assessing the hydrologic impacts of land use change in the taihu lake basin of china from 1985 to 2010**. Water, v. 10, n. 11, 2018. Disponível em : < https://doi.org/10.3390/w10111512>

[13] LINS, N.F, JESUS, T.S, SANTOS, R.M.S, VIANA, A.L, SOUZA, P.R.P. 2018. **Avaliação de impactos ambientais, sociais e econômicos em uma invasão Urbana Na Cidade De Manaus: O Caso Do Conjunto Viver Melhor.** In, 5-6 <https://even3.blob.core.windows.net/anais/92494.pdf>.

[14] MELO, F. M. **A valorização do capital e a produção do espaço urbano: a produção imobiliária habitacional do segmento econômico em Manaus (AM)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) -Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020. Disponível em: < https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8011>

[15] MOTA, S. 1999. **Urbanização e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, ABES, 352 pp.

[16] MÜNCH, Z.; GIBSON, L.; PALMER, A. **Monitoring effects of land cover change on biophysical drivers in rangelands using albedo**. Land, v. 8, n. 2, 2019. Disponível em:< https://doi.org/10.3390/land8020033>

[17] NASCIMENTO, W.H.S. 2009. **Impactos ambientais provocados pela implantação de loteamentos urbanos na área de proteção ambiental Tarumã/Ponta Negra no município de Manaus-AM**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 156 f. Disponível em : < https://seminariodoambiente.ufam.edu.br/2010/anais/rn33.pdf>

[18] NOGUEIRA, A.C.F, SANSON, F, PESSOA, K. 2007. **A expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais**. In, 4: 5430-5431 <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.17.45/doc/5427-5434.pdf>.

[19] RIENTJES, T.H.M, HAILE, A.T, KEBEDE, E, MANNAERTS, C.M.M, HABIB, E, STEENHUIS T. S. **Changes in land cover, rainfall and stream flow in upper gilgel abbay catchment, blue nile basin – ethiopia. Hydrology and Earth System Sciences**, v. 15, n. 6, p. 1979–1989, 2011. Disponível em: < https://doi.org/10.5194/hess-15-1979-2011, 2011>

[20] SALLES, M. C. T; GRIGIO, A. M; SILVA, M. R. F. **Expansão urbana e conflito ambiental: uma descrição da problemática do município de Mossoró, RN – Brasil**. Soc. Nat, 25: 281–2902013. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/S1982-45132013000200006>

[21] SÁTYRO, Z. C.; FARIAS, C.S.; CANDIDO, L.; VEIGA, J. **Urban sprawl can inhibit convection and decrease rainfall over an Amazonian city during a squall line type phenomenon**. Urban Climate, v. 40, 2021. 15, 22, 23. < https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.101023>

[22] SEMMAS, 2019. **Fiscalização ambiental combate invasão em área verde na zona Norte**. <http://semmas.manaus.am.gov.br/fiscalizacao-ambiental-combate-invasao-em-area-verde-na-zona-norte/>

[23] SEMMAS, 2020. **Áreas Protegidas**. <http://semmas.manaus.am.gov.br/areas-protegidas/>.

[24] SETO, K.; SHEPHERD, J. **Global urban land-use trends and climate impacts**. Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 1, n. 1, p. 89–95, 2009. < https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.07.012>

[25]

Capítulo 13

A eficiência das caixas separadoras de água e óleo nos postos de combustíveis na cidade de Manaus

Raquel Dias Gil
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Os postos revendedores de derivados de petróleo executam atividades que apresentam um alto potencial de poluição e são assim considerados pela legislação ambiental brasileira. A disposição contida dos resíduos líquidos, ricos em poluentes, emissões dessas atividades representa uma questão crítica, especialmente em regiões com alta concentração de postos de combustíveis, como o Amazonas. A implementação da caixa separadora de água e óleo (CSAO) surge como uma medida de mitigação essencial, mas a eficácia desses sistemas requer monitoramento contínuo. Este artigo se propõe em verificar a qualidade dos resultados das análises dos parâmetros de água provenientes das CSAO's em 15 postos de combustíveis, relacionando-os aos padrões estabelecidos pelo CONAMA 430/2011. Para isso, durante as visitas *in loco* foram coletadas amostras de água provenientes das caixas separados de cada empreendimento. Foram analisados parâmetros como, fenóis, pH, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis. A partir dos resultados obtidos foi identificado algumas falhas que afetam o desempenho desses sistemas, que estão relacionadas a gestão e ao corpo de operadores que atuam na pista de abastecimento. O estudo destaca a importância de capacitação e treinamento que deve ser disponibilizada aos colaboradores dos postos de combustíveis.

Palavras-chave: Postos de combustíveis, Caixa separadora de água e óleo, CONAMA 430/201.

1. INTRODUÇÃO

Após a revolução industrial ocorrida no século XIX, os resíduos gerados pela sociedade moderna têm se tornado cada vez mais complexos, poluentes e difíceis de serem decomposto pelo meio ambiente natural (VIOLA & BASSO, 2016; THEVENIN & THEVENIN, 2022). Dentre esses resíduos destacamos os combustíveis fósseis, mais especificamente o petróleo, que tem se transformado em um dos principais constituintes da economia brasileira, principalmente após a descoberta do Pré-Sal (LEAL & MOURA, 2023).

O uso do petróleo é requerido em praticamente todos os seguimentos da indústria, como na fabricação de produtos derivados de polímeros e ainda, serve de combustível para os automóveis. Para Martins *et al.,* (2022) durante sua exploração, produção e uso o petróleo pode causar impactos ambientais positivos e negativos se levarmos em consideração os diferentes componentes ambientais dos meios físico, biológico e antrópico, como variações na qualidade do ar, das águas e do solo.

Os veículos rodoviários, são geradores de poluição direta por meio do processo de combustão, onde as substâncias tóxicas (monóxido de carbono - CO, óxidos de nitrogênio - No_x, hidrocarbonetos - HC e outros) são absorvidas pelo organismo prejudicando o sistema respiratório e cardiovascular (FRAZÃO *et al*., 2023). E indireta, que quando não são bem armazenados em postos de combustíveis, podem contaminar o solo e as águas subterrâneas (ANDRADE & GONÇALVES, 2023).

Existem tipos de contaminação devido a vazamentos na tancagem de armazenamento subterrâneas, onde o solo e a água são contaminados por hidrocarbonetos de petróleo mais conhecidos como compostos monoaromáticos do grupo BTEX (Benzeno, Tolueno, EtilBenzeno e Xilenos Totais) (BRITO *et al.,* 2028). Sendo os BTEX's compostos orgânicos voláteis encontrados na gasolina que têm maior solubilidade em água e, portanto, atingem o lençol freático rapidamente (MORAES & OLIVA, 2019).

Nesse contexto, os derivados de petróleo são combustíveis fósseis considerados como potenciais contaminadores dos recursos hídricos. Podem ser acidentalmente liberados, vazar durante o seu armazenamento ou ser emitido na forma de vapor, alcançando corpos d'água superficiais, subterrâneos e o solo (ANDRADE, 2023). Segundo dados disponibilizados pela Agência Nacional de Petróleo - ANP (ANP, 2021), o Amazonas foi o estado com maior concentração de postos de combustíveis da região norte, com cerca de 1454 unidades.

Os postos revendedores de derivados de petróleo possuem atividades que apresentam um alto potencial de poluição e são assim considerados pela legislação ambiental brasileira. A legislação pertinente à atividade de armazenamento e distribuição de combustível data do ano 1997, com a edição da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 237/97, que cita a atividade como sendo sujeita ao licenciamento ambiental. A resolução CONAMA 273/2000, configura toda instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis, como potencialmente ou parcialmente poluidores e geradores de acidentes ambientais.

Comumente, nesses estabelecimentos, ocorrem pequenas perdas de combustíveis durante a atividade de abastecimento de veículos em geral, além dos boxes de troca de óleo e na transferência de combustível do caminhão para os tanques subterrâneos. Esses

vazamentos mesclam-se com os resíduos líquidos e são eventualmente liberados para o sistema de esgoto público ou corpos de água receptores (JERRY, 2021).

A implantação da caixa separadora de água e óleo é um dos instrumentos de mitigação adotados por empresas cujas atividades geram resíduos oleosos, conforme a Resolução CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) 273/2000, todo estabelecimento que tenha derivados de petróleo armazenados deve ter o sistema separador instalado.

A função da caixa separadora de água e óleo em postos de combustíveis é separar e direcionar de forma eficiente a água proveniente das operações. O efluente carrega não apenas água e surfactantes, como também grandes quantidades de óleos e graxas, fenol, sólidos sedimentáveis, entre outros (HIARIMA *et al.,* 2018). Após passar pela CSAO, esse efluente é lançado de volta ao meio ambiente.

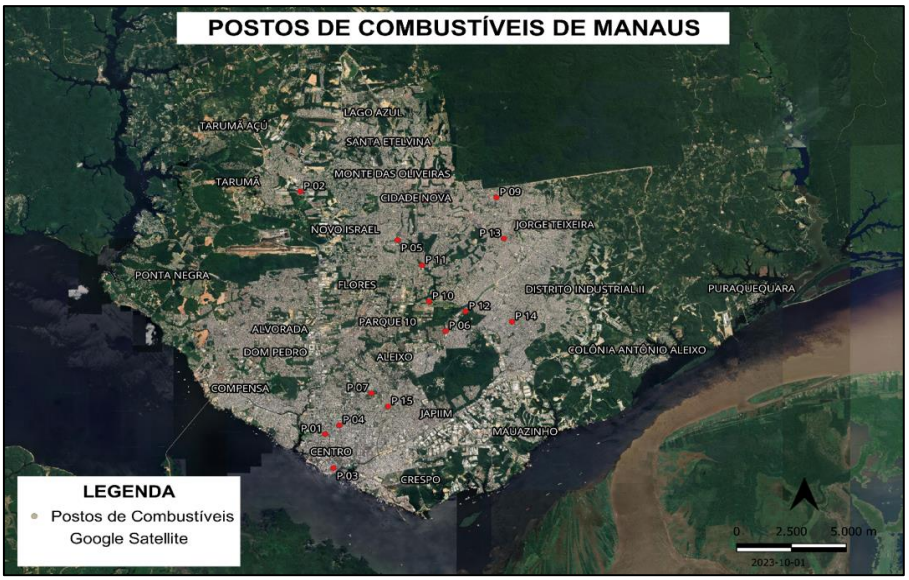
De acordo com Harmel *et al.,* (2017), as CSAO's são fiscalizadas pelos órgãos ambientais responsáveis pelas regiões, tal qual a SEMMAS (Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade). O órgão exige que se faça controle ambiental semestral com análises de parâmetros físico-químico, para que possam adquirir ou renovar as licenças ambientais do estabelecimento. Os resultados das análises devem estar em acordo com o CONAMA 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Caso seja verificado que algum dos parâmetros está em desacordo com o valor permitido pela legislação vigente é feita nova coleta e todos os itens são novamente analisados, não apenas o item com valor alterado.

Nesse artigo, os resultados das análises dos parâmetros de água que saem da CSAO serão avaliados e relacionados com o padrão estabelecido pelo CONAMA 430/2011, com base nos resultados obtidos, busca-se identificar possíveis falhas que afetam o desempenho da CSAO nos respectivos postos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desse estudo, foram analisadas a eficiência de Caixas Separadoras de Água e Óleo (CSAO) em 15 Postos revendedores de Combustíveis para veículos automotores, na área urbana de Manaus no Estado do Amazonas, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Pontos de coleta dos parâmetros analisados (pontos vermelhos)



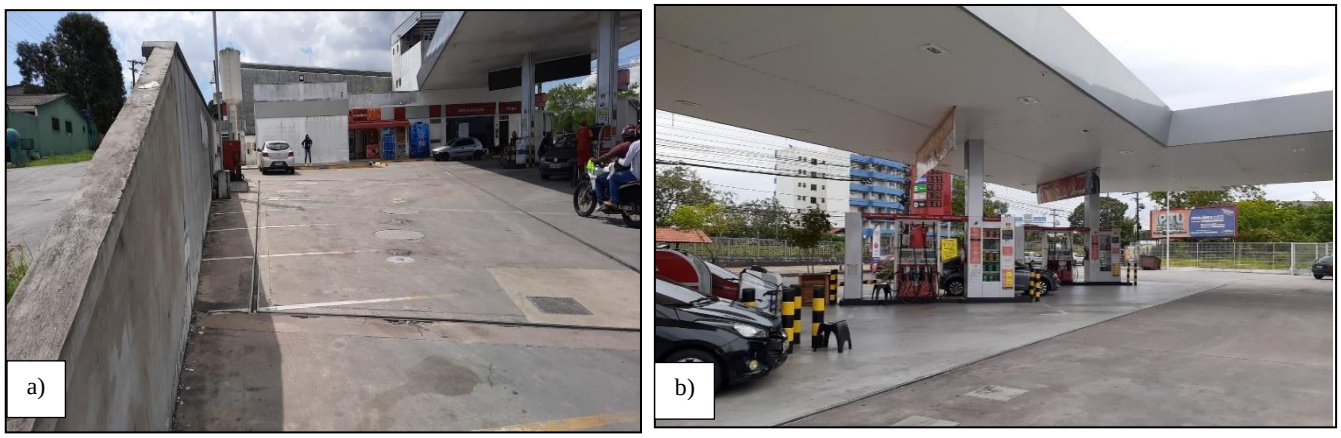
Fontes: Autores (2023).

As coletas das amostras foram realizadas durante o mês de junho de 2023, na saída de água das CSAO's - Caixas Separadoras de Água e Óleo, instaladas em postos de abastecimento de combustíveis, para isso, foram realizadas análises físico-química da água disponível em torno da área dos Postos.

Durante a elaboração desse estudo foram realizadas visitas *in loco* em cada um dos 15 postos de combustíveis incluídos na pesquisa, onde foram feitas perguntas e registros fotográficos na área da pista de abastecimento e das bombas de combustível, para verificar se estavam de acordo com a Norma Regulamentadora 20 - S*egurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis.*

A Figura 1a e 1b mostram um exemplo da estrutura física dos Postos analisados, sendo elas referentes ao P01, onde observa-se a área de tancagem e P02, local de abastecimento, tiradas em uma das visitas de inspeção e coleta de dados para o estudo.

Figura 1: a) Área de tancagem do Posto P01; b) Área de abastecimento do Posto P02



.Fonte: Autores (2023).

As análises foram realizadas pelo laboratório *Clorus* Consultoria Ambiental Ltda, pelo método de análise do *Standart Methods for the Examination of Water and Wasterwater*, onde foram os parâmetros foram: fenóis, pH, sólidos sedimentáveis e óleos e graxas. Os fenóis são compostos orgânicos oxigenados que apresentam o grupo hidroxila (OH) ligado a um composto aromático, presentes na composição de produtos, como os desinfetantes. Ainda, o pH trata-se da medida do grau de acidez ou alcalinidade da água, sendo 7 o pH neutro, os Sólidos Sedimentáveis são materiais que podem sedimentar e permanecer em suspensão durante determinado período, devem ser determinados e reportados com base em volume (mg/L). Finalmente, Óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem animal, mineral ou vegetal. Não são usualmente encontrados em águas naturais, mas oriundos de despejos e resíduos variados (industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolinas, estradas e vias públicas).

Após a obtenção dos parâmetros indicadores mencionados acima, estes foram relacionados ao padrão estabelecido pelo CONAMA 430/2011, a fim de identificar possíveis discrepâncias com a resolução. Essa relação será verificada através de gráficos, para que seja feita uma análise dinâmica e de melhor entendimento dos dados obtidos e o padrão CONAMA.

Vale ressaltar que os empreendimentos não contemplam atividades como lavagem de carro, troca de óleo ou qualquer outra que possa gerar resíduos oleosos, além da principal, a revenda de derivados de petróleo. Os efluentes capitados pelo sistema de drenagem oleosa são oriundos da área de tancagem (carga e descarga de produtos) e pista de abastecimento, então quaisquer alterações nas análises, são resultados de atividades oriundas especificamente dessa área.

3. RESULTADOS

Este trabalho apresenta uma análise da eficiência das Caixas Separadoras de Água e Óleo (CSAO) instaladas nos postos de combustíveis na cidade de Manaus. As análises dos parâmetros coletados *in loco* foram comparadas aos níveis limites exigidos pelo CONAMA 430/2011, que dispõe das condições e padrões de lançamento de efluentes, são estes: pH entre 5 e 9, fenóis em até 0,5 gm/l, sólidos sedimentáveis 1,00 ml/l, DBO remoção mínima de 60% e óleos e graxas 20,00 mg/l. Com isso, pode ser feita uma análise apurada sobre a eficiência da CSAO em cada parâmetro.

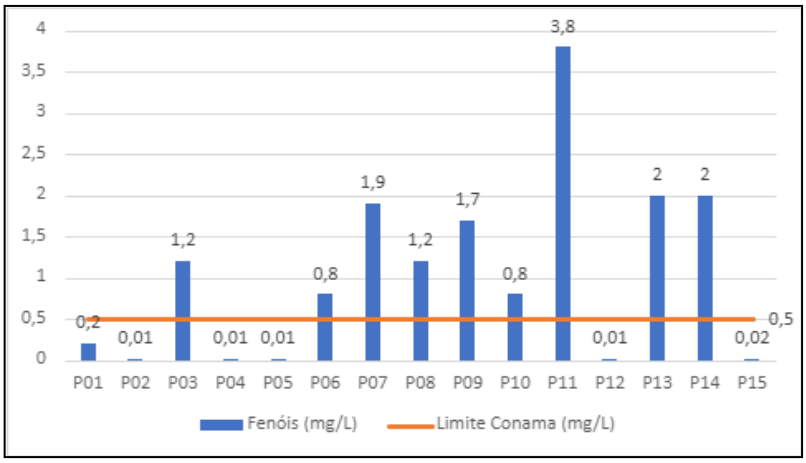
Fenóis

A presença de compostos fenólicos na água não é apenas indesejável, mas também representa uma ameaça para a saúde humana e o ecossistema. Eles são definidos como poluentes de preocupação prioritária por alta toxidade que causa malefícios a curto e longo prazo aos animais e a seres humanos (BAUM, *et al.,* 2020).

Por meio do Gráfico 1, foi possível observar que apenas os postos P01, P02, P04, P05, P12 E P15 apresentaram valores inferiores ao limite estabelecido no CONAMA para os fenóis. Assim, esses resultados mostram que as CSAOs não atenderam de maneira eficiente ao parâmetro analisado, sendo objeto de alerta para os demais parâmetros, o que nos leva a pensar que as Caixas Separadoras devem ser revistas e os procedimentos adotados diariamente pelo empreendimento, também. Quanto aos demais postos

analisados, mostraram alterações significativas na presença dessa substância na água, com índices acima dos níveis limites.

Gráfico 1: Resultados das análises para o parâmetro fenóis

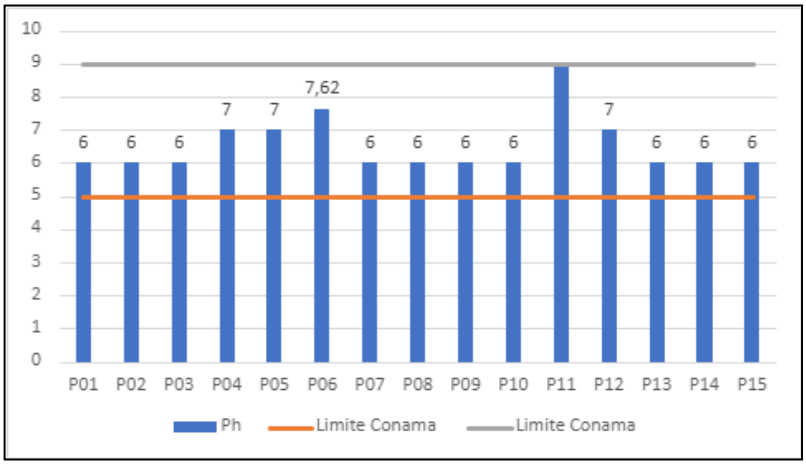


Ph

Quando se analisa o pH em corpos d'água está claro que valores acima de 10,0 ou abaixo de 4,0, podem indicar poluição por efluentes industriais ou incidentes de vazamento de produtos químicos. Ph 9,0 ou abaixo de 6,0 são considerados prejudiciais e até mortífero para grande parte dos organismos aquáticos, principalmente os peixes (VIEIRA, 2019).

Ao analisarmos o pH das águas que saem em todas as CSAOs, verificou-se que quase a totalidade dos postos de combustíveis estudados estão dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA. Entretanto, observou-se que o Posto P11 difere dos demais em relação a esse parâmetro, o qual mostrou um grau de alcalinidade elevada em comparação aos demais (ver Gráfico 2).

Gráfico 2: Resultados das análises para o parâmetro pH



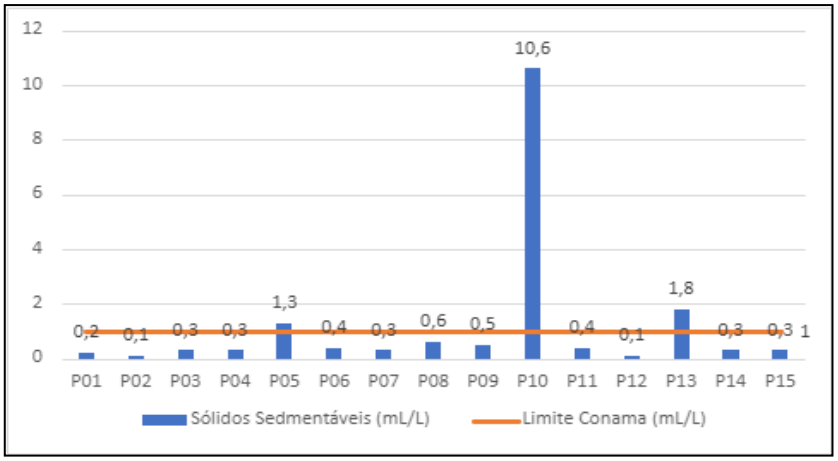
Fontes: Autores (2023).

Sólidos Sedimentáveis

Sobre o ambiente aquático, o desague de sólidos sedimentáveis em grandes concentrações afeta a sua biodiversidade por promoverem a formação de bancos de lodos e fenômenos da decomposição anaeróbica (MESQUITA, 2023).

Ao verificar o Gráfico 3, nota-se que é possível identificar que nos postos P05, P10 e P13, a quantidade de sólidos sedimentáveis está acima do limite determinado pelo CONAMA (1,00 mg/l), além disso, os valores verificados no posto P10 mostram concentrações de sólidos suspensos acima dos demais, onde possivelmente existe algum defeito técnico no Sistema de Drenagem Oleosa, visto que existe uma etapa exclusiva para retenção de sólidos, a caixa de areia.

Gráfico 3: Resultado das análises para o parâmetro Sólidos Sedimentáveis



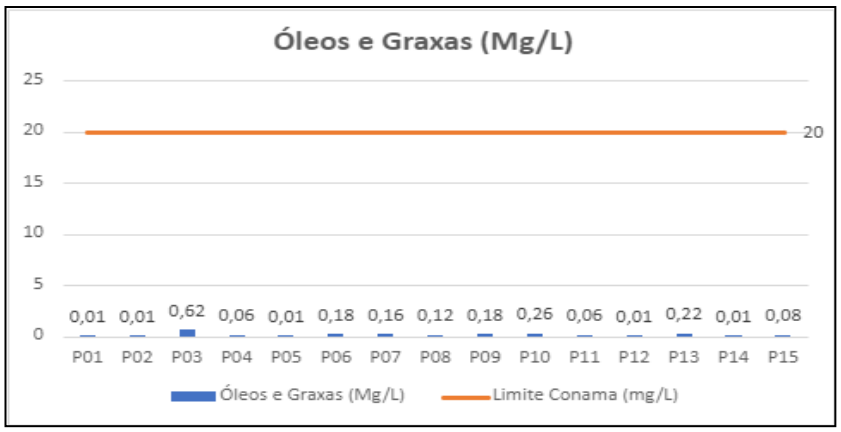
Fontes: Autores (2023).

Óleos e Graxas

O Teor de Óleos e Graxas (TOG) constitui um dos parâmetros ambientais de maior relevância para a indústria do petróleo e áreas fins. Estes poluentes são compostos orgânicos poligênicos (vegetal, animal e mineral), quando pouco solúveis dificultam o processo de decomposição em ambientes aquáticos, e afetam a filtração de oxigênio na água quando estão concentrados em baixa densidade na superfície da água, ocasionando uma alastrada poluição (BRITO, 2015).

Os resultados das análises nesse parâmetro foram favoráveis ao imposto pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente conforme pode ser observado no Gráfico 4, sendo este, o parâmetro onde a CSAO mostrou-se com maior eficiência. Vale ressaltar que a CSAO é um componente obrigatório nos postos de combustíveis pois sua função principal é separar os óleos e graxas da água e impedir que essas impurezas sejam despejadas na rede pública de esgoto.

Gráfico 4: Resultado das análises para o parâmetro Óleos e Graxas



Fontes: Autores (2023).

Os postos P03, P06, P07, P09, P11 E P14 apresentaram alterações no parâmetro fenóis, o posto P05 apresentou alteração somente em sólidos sedimentáveis e os postos P10 e P13 mostraram alterações em dois parâmetros, fenóis e sólidos sedimentáveis. Apenas os postos P01, P02, P4, P08, P12 E P15 não apresentaram quaisquer alterações nos resultados da análise.

Há várias causas que influenciam e podem afetar negativamente a eficiência da Caixa Separadora de Água e Óleo, como o tamanho da gota de óleo, densidade, temperatura, tensoativos (sabão e detergentes), entre outros. Dentre esses, as mais perigosas são as substâncias tensoativas. Portanto, a água que vai para uma CSAO não deve conter sabão ou detergente. (manual de uso do equipamento).

Segundo a ABNT 14605/2010, "A utilização de produtos químicos para fins de limpeza, como solventes orgânicos com base em hidrocarbonetos e/ou solventes clorados e compostos ácidos ou básicos que tenham o potencial de emulsificar os afluentes oleosos, não devem ser utilizados, pois podem prejudicar o desempenho do Sistema de Drenagem Oleosa – SAO e conferir características tóxicas aos efluentes. Vale lembrar, que existem outros fatores que influenciam também a eficiência da caixa separadora, como a manutenção/limpeza periódica do equipamento, onde os resíduos oleosos são coletados e transportados para a destinação final adequada.

Nos postos utilizados para esse estudo, os procedimentos de limpeza e manutenção são feitos de semestralmente por uma empresa especializada, contratada pela administração do posto, conforme solicitado pelo órgão ambiental SEMMAS. Em cada procedimento realizado, é elaborado um relatório fotográfico com os registros feitos durante a operação, junto a ele é anexado Manifesto de Transporte de Resíduo - MTR, sua finalidade é controlar e registrar o transporte e a destinação final de resíduos, garantindo que eles sejam manuseados e descartados de maneira adequada, de acordo com a legislação ambiental. Junto ao documento também deve conter o CDF – Certificado de Destinação Final, um documento emitido para comprovar a correta destinação de resíduos sólidos, especialmente resíduos perigosos, em conformidade com as regulamentações ambientais. Esses documentos são protocolados no órgão ambiental assim que finalizados.

Os Pontos de Revenda de Derivados de Petróleo e Combustíveis devem também estar em conformidade com as configurações da NR 20 e aos requisitos da ISO 14.001, sobre Preparação e Resposta a Emergência Ambiental (ISO, 2014 - item 4.4.7). Segundo

esses, é obrigatória a presença do Kit ambiental ou Kit de mitigação específico para ser utilizados em casos de vazamento/derramamento de óleo, nele deve conter absorventes no formato de: mantas, cordões, travesseiros e turfa orgânica, capazes de efetuar uma primeira resposta no local do acidente e realizar a contenção e absorção do produto derramado.

A Norma Regulamentadora 20 (NR20), Segurança E Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis, é uma regulamentação específica que estabelece as diretrizes de segurança e saúde no trabalho em questões de combustíveis, específicas para treinamento e capacitação dos trabalhadores. É obrigatória e deve ser aplicada regularmente a todos os operadores dos Postos de Combustíveis, mesmo os que não adentram diretamente na área operacional.

Apesar da importância do treinamento da capacitação, verificou-se durante as visitas que alguns dos postos analisados grande parte dos funcionários não receberam o treinamento de maneira regular.

Quando questionados sobre o que fazer frente a uma ocorrência de derrame de óleo na pista, as respostas recebidas foram tais como: lavar a pista com sabão e água, apenas no local do sinistro; lavar a pista com água e outros tipos de produtos de limpeza; utilizar areia e a pá para recolher o óleo. Foi observado que diversas vezes o Kit ambiental/mitigação não se encontrava de fácil/rápido acesso, tornando inviável recorrer a ele em casos emergenciais.

Desse modo, pode-se concluir que o a eficiência do sistema separador de água e óleo depende de diversas condições que precisam estar funcionando na operação de um posto de combustível. Grande parte dos empreendimentos que foram utilizados nesse estudo não estavam efetuando o treinamento e/ou disponibilizando os materiais corretos e obrigatórios que a atividade exige (materiais absorventes). Por fim, o uso errôneo de tensoativos (sabão e detergentes), nas situações de derrames foi apontado como o principal fator dos resultados não favoráveis da análise da água final da CSAO, por prejudicar diretamente a eficiência do equipamento. Por sua vez, a CSAO desempenhando o seu papel efetivamente, a água seria tratada de modo correto e o despejo dos efluentes nas galerias de esgoto seriam menos prejudiciais ao meio ambiente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo foi realizado em 15 Postos de Combustíveis localizados em Manaus. Os dados foram obtidos por meio de visitas *in loco* e uma análise das coletas de amostras de água da CSAO (Caixas Separadoras de Água e Óleo) de cada posto. Os resultados foram relacionados com as legislações e normas vigentes que se aplicam nesse meio.

O parâmetro fenóis foi identificado com maior discrepância quando comparado com os demais. Apesar do padrão estabelecer limite de 0,5mg/l, apenas 5 (cinco) postos de 10 (dez) estudados apresentaram aceito pela legislação pertinente, o posto P11 apresentou maior alteração nesse parâmetro, com resultado de 3,8mg/l. Já os parâmetros óleos e graxas e pH, não apresentaram alterações nos postos desse estudo.

A partir disso, foi possível identificar que as principais causas que afetam a eficiência da CSAO não estão plenamente no equipamento, mas em aspectos externos que prejudicam seu bom funcionamento. Como por exemplo, a falta de treinamento e capacitação adequada na resposta a um derramamento de óleo em pista, pois o uso de

sabão e produtos de limpeza atinge a eficiência da caixa separadora e consequentemente na qualidade da água que sai dela e é despejada no meio hídrico.

Analisou-se que a aplicação das normas e treinamentos é deficiente, e a disponibilidade de materiais adequados é falha. É possível concluir que a implementação dos treinamentos para capacitação dos operadores do posto é de suma importância, assim como uma conscientização ambiental mais ampla, que envolve os produtos que são manipulados durante o período de trabalho e seus malefícios ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

[1] AGENCIA NACIONAL DE PERÓLEO – ANP. **Quantidade de postos revendedores de combustíveis automotivos, por bandeira, segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação**, 2021. Disponível em: < https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-2022>

[2] ANDRADE, C. B. S.; GONÇALVES, J. A. C. **Avaliação do Risco de Contaminação de Recursos Hídricos por Postos de Combustíveis na Bacia do Rio Piracicaba – MG.** Revista Brasileira de Geografia Física, v.16, n.04 pp. 1823-1843, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.4.p1823-1843>

[3] BAUM, C.; BECEGATO, V.; VILELA, P.; LAVNITCKI, L.; DUMINELLI, E. ***Contaminação de água subterrânea por compostos fenólicos. XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos****. Anais : XXIII SBRH - Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Foz do Iguaçu - PR* ***ISSN*** *2318-0358, 2020. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/works/5515 >*

[4] BRASIL. Resolução CONAMA nº 430 de 13/05/2011.**Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. Disponível em: < https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf>

[5] BRASIL. Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental**. DOU, 1997. Disponível em: < https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/1997_Res_CONAMA_237.pdf>

[6] BRASIL. Resolução CONAMA nº 273 de 29 de novembro de 2000**. Dispõe sobre a instalação de sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis.** DOU, 2001. Disponível em: < https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2000_Res_CONAMA_273.pdf>

[7] BRASIL, ABNT NBR NORMA 14605-2, segunda edição 11.11.2010. **Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Sistema de drenagem oleosa**, 2010. Disponível em: < https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/45396/nbr14605-6-armazenamento-de-liquidos-inflamaveis-e-combustiveis-sistema-de-drenagem-oleosa-em-posto-revendedor-de-combustiveis-automotivos-parte-6-construcao-de-sistema-de-contencao-tratamento-e-separacao-de-efluente-area-de-lavagem>

[8] BRASIL, **NORMA REGULAMENTADORA-NR 20, Combustíveis Líquidos e Inflamáveis**, de 08 de junho de 1978. Disponível em: < https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-20-nr-20#:~:text=A%20Norma%20Regulamentadora%20nº%2020,sem%20estar%20condicionada%20a%20setores>

[9] BRITO, E; **Avaliação do teor de óleos e graxas sob a perspectiva da resolução CONAMA n° 393/2007**. Universidade Federal Do Espírito Santo, Centro Tecnológico Departamento De Engenharia Ambiental, 2015. Disponível em: < https://ambiental.ufes.br/sites/ambiental.ufes.br/files/field/anexo/avaliacao_do_teor_de_oleos_e_graxas_sob_a_perspectiva_da_resolucao_conama_n_393_2007_para_o_descarte_de_agua_produzida_em_plataformas_de_petroleo_na_costa_do_espirito_santo_-_emilia_brito.pdf>

[10] BRITO, E; SIQUEIRA, C, I; SILVA, L; PAULA, L; SILA, V; ANDRAUS, M; **Contaminação do solo por poluentes derivados de petróleo em postos de combustíveis.** Faculdade de Araguaia, 2018. Disponível em: < http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/7/0109.pdf>

[11] CAMPOS, H; MELO, R, A; BROSELI, M, T ; FERNANDES, F, R; CAMPOS, P ,D. **Proposta de tratamento para redução do teor de óleos E graxas em efluentes de caixas separadoras de lavações de carros de passeio com três floculantes diferentes.** Revista Vincci, - Periódico Científico do UniSATC, v. 3, n. 1, p. 194–223, 2018. Disponível em: < https://revistavincci.satc.edu.br/index.php/Revista-Vincci/article/view/122>

[12] FRAZÃO, L. F. N.; CARDOSO, L. E. L. C.; BARBOSA, D. C.; LISBOA, H. K. X.; SANTOS, L. P.; E SILVA, K. K. DE L.; PEREIRA JÚNIOR, V. M.; FONSECA, M. A. DOS R.; GOMES, C. A.; ALVES, L. DA S.; PEDON, I. C. Z.; DOS SANTOS, A. M. **Efeitos patológicos da exposição de poluentes atmosféricos à saúde humana: uma revisão integrativa.** Contribuciones a las Ciencias Sociales, v.16, n.10, p. 23325–2334, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.55905/revconv.16n.10-274>

[13] HARMEL, V.C.; SAAR, J.H; PINHEIRO, A**. Considerações relevantes sobre a busca da padronização de um teste de biotoxicidade crônica com vibrio fischeri e implantação de teste de toxicidade crônica com daphnia magna.** Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC, 2017. Disponível em: < http://www.sbpcnet.org.br/livro/58ra/SENIOR/RESUMOS/resumo_2662.html>

[14] LEAL, A. B.; MOURA, T. R. S. **Produção de petróleo no pré-sal utilizando Business Intelligence.** Contribuciones a las Ciencias Sociales, v. 16, n. 10, p. 22149–22164, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.10-204 >

[15] MANUAL DO PRODUTO, **Caixa Separadora de Água e Óleo, Arxo**. Disponível em: <Arxo.com>, acesso em 08/07/2023.

[16] MORAES, G, Y.; OLIVA, C, P.; **Estudo integrado para identificação por hidrocarbonetos na subsuperfície de postos de combustíveis no município de Baião.** Brazilian Journal Development, v. *5,* n. 12, p. 30252–30271, 2019. Disponível em: < https://doi.org/10.34117/bjdv5n12-153>

[17] MATTOS, A.S, JR.; MAIA, T. Q. **Solo Contaminado por Combustíveis, XIX Congresso Brasileiro De Engenharia De Avaliações E Perícia. Foz do Iguaçu, PR, Brasil.** Disponível em: <https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/08/038.pdf>

[18] THEVENIN, T. B. B.; THEVENIN, J. M. R. **A Complexidade das Relações Homem versus Natureza.** Revista Presença Geográfica, v. 9, n. 1, p. 16-27, 2022. Disponível em: < https://doi.org/10.36026/rpgeo.v9i1.7541>

[19] VIEIRA, R, M**; Os principais parâmetros monitorados pelas sondas multiparâmetros são: pH, condutividade, temperatura, turbidez, clorofila ou cianobactérias e oxigênio dissolvido**. Agência Nacional de Águas (ANA), 2019. Disponível em: < https://www.agsolve.com.br/news_upload/file/Parametros%20da%20Qualidade%20da%20Agua.pdf >

[20] VIOLA, E.; BASSO, L. **O sistema internacional no antropoceno**. Revista Brasileira de Ciências Sociais. São Paulo, v. 31, n. 92, p. 1-18, 2016. Disponível em: < https://doi.org/10.17666/319201/2016>

Capítulo 14

Análise dos impactos socioambientais detectados na implantação de atividades de saneamento básico próximo a igarapés na cidade de Manaus

Rafael Gonçalves Mendes
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: A água possui diversos usos, tais como irrigação, abastecimento, geração de energia, porém um dos mais importantes é para consumo humano, por ser um dos principais conservadores da vida. Este trabalho analisou a necessidade de melhoria no controle de aspectos e impactos em obras de saneamento básico. Para embasar esta discussão os métodos utilizados na coleta e tratamento dos dados foi o método de check list Ad Hoc. O método consistiu-se por uma lista de perguntas sob medida para cada atividade e aplicado aos envolvidos na obra. A partir do check list são gerados quadros de avaliação de impactos com valoração para verificar não somente a influência da atividade como também, avaliar a força desse impacto sobre o ambiente. Assim foi possível verificar a eficiência dos métodos já utilizados para controle de saneamento básico, em especial próximos de áreas de preservação permanente como os igarapés. Com este método de apuração foram divididos impactos em duas fases, de implantação e operação, e nestas fases foi valorado e constatado os benefícios dos relatórios de impacto e da fiscalização deste tipo de atividade. Como resultado foi observado que a fase de operação traz mais impactos positivos e um quantitativo reduzido em sua quantidade total de impactos esses dois fatores conjuntos apresentam um parecer favorável para execução deste tipo de atividade, assim como na fase de instalação como resultado temos um quantitativo alto de impactos identificados, e em sua maioria negativos que são degradadores do ambiente, porém são impactos temporários diferente dos impactos da fase de operação que são em sua maioria permanentes e trazem atribuições positivas após sua execução.

Palavras-chave: Prosamim; Saneamento básico; Manaus; Tratamento de esgoto.

1. INTRODUÇÃO

Durante a década de 80, o país teve um forte avanço econômico e tecnológico, mas com eles, a vida no campo tornou-se menos atrativa e problemas como falta de mão de obra, levou os agricultores à mudarem suas vidas para aos grandes centros urbanos, ao que foi chamado de êxodo rural (MUELLER & MARTINE, 1997). Assim, as cidades começaram a crescer rapidamente sem nem tipo de planejamento, aumentando os problemas de infra-estrutura como construções irregulares, invasões em áreas de preservação ambiental, falta de saneamento básico (ZAMPIERI & BALESTRO, 2020; DOS ANJOS & ALVES JUNIOR, 2022; SOUZA FILHO & ALVES, 2022).

O desenvolvimento do saneamento sempre esteve ligado à evolução das civilizações, às vezes retrocedendo ou renascendo com o aparecimento de outras. Essa evolução se deu durante vários períodos da história mundial até os dias atuais, sempre buscando a universalização e perfeição do serviço à população, metas almejadas até hoje (BARROS, 2014).

Apesar do aumento contínuo da produção, disponibilidade de materiais e técnicas altamente tecnológicas, a falta de saneamento básico ainda é um problema nas grandes cidades (MIRANDA & SILVA FILHO, 2023). Segundo Costa *et al.,* (2022), o saneamento básico é um fator essencial a saúde e ao meio ambiente, além disso, os autores mostram que o saneamento básico deve seguir as ações que proporcionem o não descarte de dejetos no meio ambiente.

Uma forma de mensurarmos a eficácia e a efetividade dos programas de desenvolvimento urbano e do saneamento ambiental é por meio da elaboração e aplicação de uma matriz de indicadores. Em Barros *et al.,* (2020), os autores utilizaram a técnica de matrizes de indicadores no bairro do Tarumã em Manaus-AM, para a elaboração do diagnóstico ambiental e avaliação de impactos socioambientais de comunidades inseridas em Área de Proteção Ambiental.

A legislação vigente e suas atualizações são o ponto inicial para a delimitação de alguns parâmetros estudados. Desenvolvendo um estudo em Ponta Grossa-PR, Vuitik, (2023) discute acerca do marco regulatório do Saneamento Básico. O autor mostra que o tema nos leva a debates sobre a universalização de serviços que vem sendo prestado de forma precária e desigual no país, mostrando as diretrizes a serem seguidas uniformemente.

Contudo, uma das principais problemáticas observadas em áreas com ou sem serviço de saneamento é a ocupação irregular. Está atividade traz consigo diversos problemas socioambientais como, a falta destinação de esgotamento sanitário, abastecimento de água, drenagem de águas pluviais e coleta e destinação de lixo. Além disso, as ocupações irregulares causam problemas no âmbito social o que acarreta a falta de estrutura de segurança, educação e saúde (DUTRA, 2018).

O serviço público de saneamento básico é um dos mais importantes no que diz respeito à saúde e ao meio ambiente, sendo conceituado como o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças, promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população, à produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2021).

As obras do Prosamin+ alvo de avaliação deste estudo é um conjunto de ações e intervenções do Governo do Estado do Amazonas, que concilia as experiências e lições

aprendidas na execução do PROSAMIM I, Suplementar, II e III e do PROSAIMAUÉS e se constitui, ao mesmo tempo, na continuidade das intervenções em Manaus e futuramente, em etapas sucessoras, na expansão do modelo de intervenção consolidado e de sucesso para o interior do Estado do Amazonas, profundamente carente de soluções desta natureza (CONSORCIO AMAZONAS, 2021).

Como a construção civil é responsável por grande parcela de impacto no meio ambiente e poluição do ar, a análise dos impactos causados na execução desses projetos é crucial para proteção ambiental e social, principalmente nessas áreas com ausência de instrução para cuidados com meio ambiente (SOUZA, 2022). O artigo traz uma análise aos impactos socioambientais na execução de projetos de saneamento básico observadas no local de trabalho do autor do artigo, trazendo os métodos de identificação de aspectos e impactos e discutindo os dados apresentados demonstrando os resultados e constatando se a premissa do trabalho foi atendida.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados para concepção deste artigo foram elaborados a partir de análises de campo feitas nas obras “X”, “Y” e “Z” como mostra no Mapa 1, e das informações coletados pelo Consórcio Amazonas e Consórcio Awa com objetivo de quantificar impactos ambientais. Estes dados foram baseados na aplicação de um questionário estruturado, com perguntas respondidas pelo autor deste artigo, os responsáveis pela obra e pelos colaboradores envolvidos diretamente com a atividade ou pela observação diária dos processos in loco, com evidências fotográficas datadas e georreferenciadas.

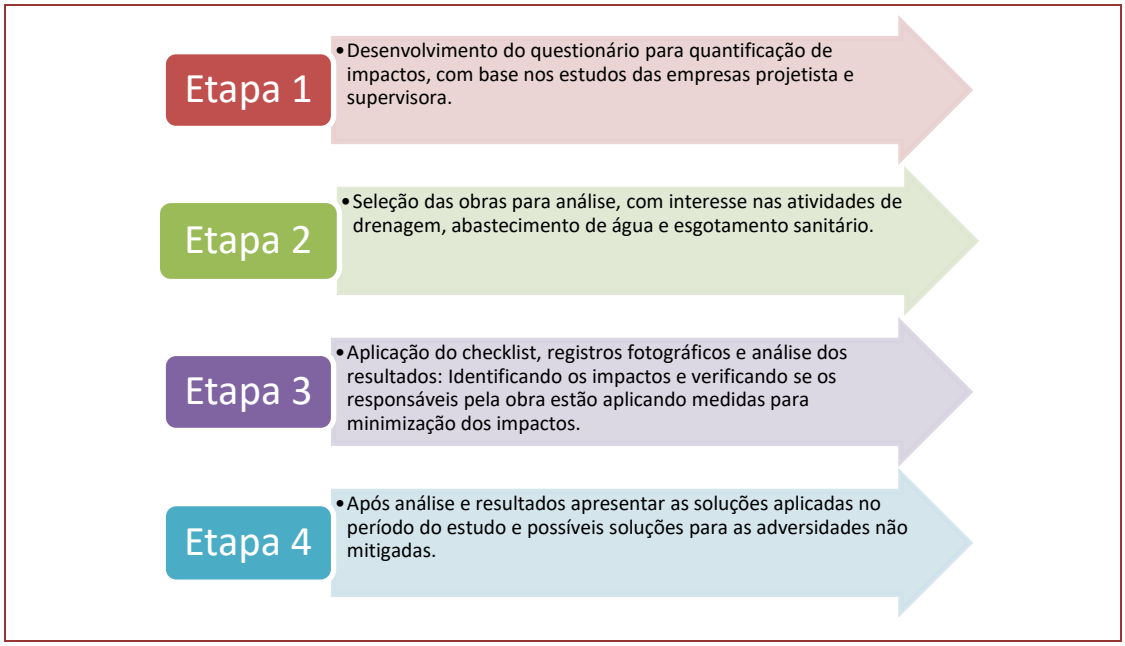
No Mapa 1 é apresentada a localização das intervenções e a proximidade com o igarapé, esta proximidade é a área de enfoque onde foi feito o estudo no qual foi aplicado os métodos descritos a seguir.

Mapa 1: Localização das intervenções.

Fonte: Autores (2023).

O questionário foi desenvolvido com base na experiencia e vivência da equipe técnica do Consórcio Amazonas e Consórcio Awa, embasado na legislação vigente, evidenciando suas principais fontes de apoio para desenvolvimento a Lei Nº 11.445/07 a Política Nacional de Saneamento e a LEI Nº 6.938/81 Política Nacional do Meio Ambiente. A Figura 1 mostra a sequência dos procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento da pesquisa estruturou-se em 4 etapas, sendo elas descritas na Figura 1:

Figura 1: Sequência metodológica (etapas).



Fonte: Autores (2023).

O estudo teve como enfoque principal obras de grande porte e multidisciplinares, atividades de esgotamento sanitário, drenagem e sistema de abastecimento entre outras atividades em áreas de igarapés na cidade de Manaus. A avaliação das obras (nomeadas de “X”, “Y” e “Z”) se baseia nos dados coletados por meio de um *checklist* das atividades durante as visitas em três obras de construção civil, e na vivência e relatos diários dos autores.

A metodologia adotada para avaliação associada a implantação dessas obras considerou a necessidade de estabelecimento de dois cenários distintos: a) Implantação, os impactos ambientais associados a fase de implantação, são aqueles gerados pelas obras e serviços de engenharia; b) Operação; os impactos ambientais associados a fase de operação, são aqueles gerados nas etapas de manutenção e operação das atividades.

Para cada situação foi elaborado um *checklist Ad Hoc*, apoiado na experiência e vivência da equipe técnica do Consórcio Amazonas nas áreas de engenharia, urbanismo, meio ambiente e social envolvidos na elaboração dos estudos e projetos e os conhecimentos das fases anteriores do programa, assim como as observações in loco.

De acordo com Jesus *et al.,* (2021), o Método *check-list* consiste na listagem de consequências (impactos ambientais) quando se considera a capacidade transformadora do ambiente físico, biótico e antrópico, sob o prisma positivo e negativo, de causas

(atividades impactantes) conhecidas. As listagens de controle consistem na relação de fatores ambientais (podendo ser associados a parâmetros) e das ações do empreendimento, sendo um método útil para a análise de impactos ambientais, evitando-se omissões de impactos ambientais relevantes.

Para cada uma das situações possíveis, foram considerados os efeitos dos impactos atribuídos relacionados com os meios físico, biótico e social. Os impactos foram avaliados, caracterizados conforme as seguintes características: Direto ou Indireto; Benéficos ou Adversos; Temporários, Permanentes ou Cíclicos; Imediato, Médio ou Longo Prazo; Reversíveis ou Irreversíveis; Locais, Regionais ou Estratégicos.

No Quadro 1 foi feito a divisão dos pontos de observação. para definir no nível do impacto em cada área observada no Quadro 2 é descrito a escala dada para cada ponto observado em um impacto.

Quadro 1: Descrição dos atributos de impactos

ID	ATRIBUTO	DESCRIÇÃO DO ITEM
01	Interação	Trata da forma de incidência do impacto do empreendimento no meio, se o mesmo ocorre de forma direta ou indireta.
02	Natureza	Trata da natureza do impacto, se ela é benéfica ou adversa.
03	Magnitude	Atributo que considera a grandeza do impacto em termos absolutos: pequena, média ou grande.
04	Amplitude	Nesse atributo, se considera a abrangência do impacto, onde pode ser: Local – quando o impacto ocorre na Área Diretamente Afetada (ADA) ou Área de Influência Direta (AID) definida; Regional – Quando os efeitos do impacto se manifestam na Área de Influência Indireta (AII); Estratégico – Quando a manifestação dos impactos extrapola as áreas definidas pelo empreendimento.
05	Prazo do Efeito	Corresponde ao tempo de duração do impacto na área de manifestação, podendo ser imediato, médio ou longo prazo.
06	Horizonte de Tempo	Corresponde ao tempo de duração do impacto, podendo ser temporário, cíclico ou permanente.
07	Reversibilidade	Considera a possibilidade de ser reversível ou não. Sendo reversível quando é possível se reverter o impacto gerado com medidas de reparação ou a suspensão da atividade geradora e irreversível quando não há reparação mesmo com ação ou interrupção da fonte geradora.

Fonte: Adaptado pelos Autores, Consórcio Amazonas, (2021)

Como forma de facilitar a compreensão da interação entre os diferentes atributos dos meios físico, biótico e antrópico e os efeitos positivos e negativos dos impactos associados, os resultados da avaliação está tabulada nos quadros a seguir. O método de matriz utilizada foi a *Ad Hoc*, que utiliza o conhecimento empírico dos profissionais envolvidos na elaboração dos projetos socioambientais, onde são descritos os impactos ambientais positivos e negativos do empreendimento baseado nas experiências dos técnicos envolvidos no desenvolvimento da obra.

Como metodologia adicional para valoração, uma vez que classificados os impactos com o uso da metodologia *Ad Hoc*, serão determinados valores conforme a seguir:

Quadro 2: Escala de valoração dos impactos

ID	DESCRIÇÃO	ASPECTO	VALORAÇÃO ATRIBUIDA
01	INTERAÇÃO	Indireta	1
02		Direta	2
03	NATUREZA	Benéfica	1
04		Adversa	2
05	MAGNITUDE	Pequena	1
06		Média	3
07		Grande	5
08	AMPLITUDE	Local	1
09		Regional	2
10		Estratégica	3
11	PRAZO DO EFEITO	Imediato	1
12		Médio	2
13		Longo Prazo	3
14	HORIZONTE DE TEMPO	Temporário	1
15		Cíclico	2
16		Permanente	3
17	REVERSIBILIDADE	Reversível	1
18		Irreversível	3

Fonte: Adaptado pelos Autores, Consórcio Amazonas, 2021

O somatório da distribuição da valoração atribuído nesse estudo para os impactos poderá variar entre 7 e 21 pontos, onde podemos considerar, atributo de Impacto de proporção Leve, quando variar de 7 a 11; atributo de Impacto de Média proporção, quando for de 12 a 16; e finalmente de atributo de Impacto de Alta proporção, quando o somatório for de 17 a 21.

3. RESULTADOS

3.1. FASE DE IMPLANTAÇÃO

Na fase de implantação foi observada a instalação dos projetos, mobilizando mão de obra e maquinário para execução das atividades, da mão de obra há necessidade mobilização de bombeiros, encanadores, pedreiros, carpinteiros entre outros colaboradores, assim como maquinário específico como escavadeiras, caçambas, compactadores, máquinas de corte entre outros equipamentos.

Em todas as obras foi possível identificar impactos semelhantes, como nas alterações dos níveis de ruido, qualidade do ar e desconforto ambiental. Nesse tipo de atividade em sua fase de implantação é necessário uso de maquinário pesado como serras de asfalto, retroescavadeiras, compactadores entre outros, os quais são grandes produtores de ruido e poeira dois impactos geradores de estresse que não há possibilidade de evitar no processo de execução deste tipo de atividade.

O Quadro 3 mostra os principais aspectos analisados e uma valoração aos impactos para quantificar e atribuir um nível proporcional ao impacto ambiental. Dada avaliação é demonstrado uma breve discussão acerca dos impactos observados para conclusão dos estudos.

Na fase de implantação do sistema de abastecimento de água é possível identificar que a maior parte dos impactos identificados são leves por se tratar de uma atividade de baixo risco, porém, ela apresenta alto risco ambiental em atividades de troca de solo, com

um somatório total de sua valoração apontando 19 pontos como mostra no Quadro 3, onde há necessidade de local para deposito do resíduo oriundo da escavação do solo e adição de solo novo propicio a atividade.

Quadro 3: Matriz de aspectos e impactos, sistema de abastecimento de água.

FATORES	ASPECTO	MEIO IMPACTADO		CARACTERÍSTICAS DO IMPACTO AMBIENTAL																		SOMATÓRIO
		Físico Biótico	Antró-pico	Interação		Natureza		Magnitude			Amplitude			Prazo do efeito			Horizonte de tempo			Reversibilidade		
				Dir	Ind	Ver	Adv	Pe	Me	Gr	Lo	Re	Est	Im	Me	Lp	Te	Pm	Ci	Ver	Irv	
FASE DE IMPLANTAÇÃO																						
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Alteração nos níveis de ruído	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Alterações na qualidade do ar e desconforto ambiental	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Geração de resíduos da demolição	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Impactos na infraestrutura viária e no tráfego	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Impactos visuais	X		2			2		3		1			1			1			1		11
	Implantação de área de descarte (aterro de inertes)	X			1		2			5			3			3		2			3	19
	Implantação de área de empréstimo e armazenamento de solo	X			1		2			5			3			3		2			3	19
	Interferências em infraestruturas e serviços públicos	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Interferências em recursos hídricos	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Risco de contaminação com óleos, graxas, efluentes líquidos e similares	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Exposição da população a acidentes		X	2			2		3		1			1			1			1		11
	Mobilização e desmobilização de mão de obra		X	2		1		1			1			1			1			1		8

Fonte: Autores (2023).

Esse alto risco se deve aos danos ambientais causados pela instalação de áreas residenciais, esgoto e abastecimento de água sem planejamento e sem auxílio de sistemas de drenagem, quando esses problemas são identificados juntos há altas probabilidades do solo e água estarem contaminados, principalmente em áreas de igarapés já poluídos reforçando a necessidade de novo solo nesses locais (Figura 2a e 2b).

Figura 2: a) Instalação e manutenção de abastecimento de água; b) Instalação e manutenção de abastecimento de água.

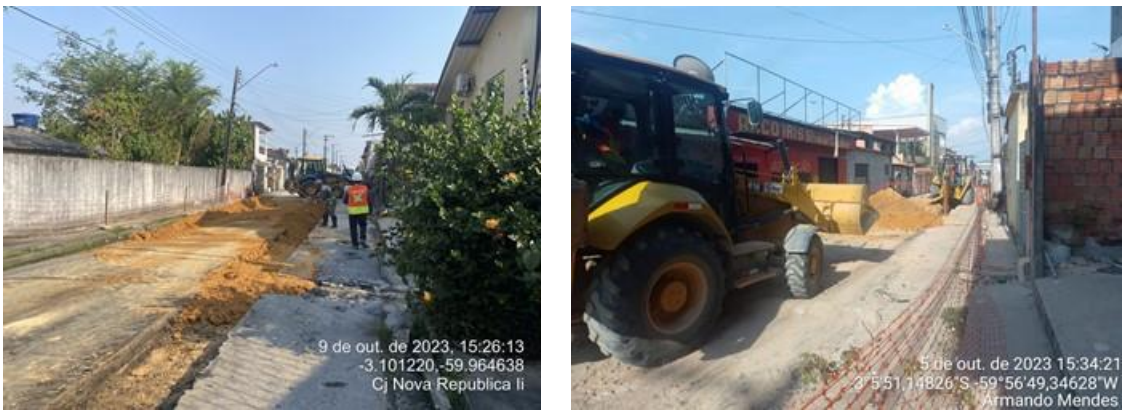
Fonte: Autores (2023).

Na obra "X" a área afetada possuía um solo de baixa qualidade, muitas das vezes contaminado onde há necessidade de troca total deste material, assim provocando mais danos ambientais no local de aterro, em contraponto com a troca do solo e instalação de sistema de abastecimento projetado, evita a contaminação da água e previne o desperdício deste bem.

Na obra "Y" a área foi possível observa uma situação semelhante a obra "X", onde o solo era de baixa qualidade e necessitava ser trocado, o solo destas áreas possuem baixa qualidade por causa da proximidade com áreas de igarapé com água contaminada e pela quantidade de material orgânico.

Na obra "Z" não foi necessária a instalação de sistema de abastecimento de água visto que o local já possuía este sistema instalado, além disso, foi observado que caso houvesse a necessidade de instalação deste sistema o impacto ambiental seria relativamente menor, dada a qualidade do solo ser melhor e o local já possuir uma infraestrutura mais propicia a obras de engenharia diferente das obras anteriores (ver Figuras 3a e 3b).

Figura 3: a) Fechamento de valas e demonstrativo dos maquinários; b) Fechamento de valas e demonstrativo dos maquinários;



a) b)

Fonte: Autores (2023).

Vale a pena destacar os impactos visuais, exposição da população a acidentes e impactos na estrutura viária e no tráfego que possuem um somatório total de valoração de 9 pontos, observados nos Quadros 3, 4 e 5 causados na implantação desses projetos, por esta atividade ser executada em local público e sem isolamento físico como tapumes ou muros a atividade fica exposta, é comum visualizar material e equipamento na área de execução da atividade (Figuras 3a e 3b) além do resíduo gerado no processo ocasionando o impacto visual, também é comum observar o fechamento de vias para isolar o local e dar segurança aos colaboradores e a população assim evitando possíveis acidentes mas em contraponto prejudicando o trafego na região afetada.

Quadro 4: Matriz de aspectos e impactos, sistema de esgotamento sanitário.

FATORES	ASPECTO	MEIO IMPACTADO		CARACTERÍSTICAS DO IMPACTO AMBIENTAL																		SOMATÓRIO
		Físico Biótico	Antró-pico	Interação		Natureza		Magnitude			Amplitude			Prazo do efeito		Horizonte de tempo				Reversibilidade		
				Dir	Ind	Ben	Adv	Pe	Me	Gr	Lo	Re	Est	Im	Me	Lp	Te	Pm	Ci	Rev	Irv	
FASE DE IMPLANTAÇÃO																						
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Alteração nos níveis de ruído	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Alterações na qualidade do ar e desconforto ambiental	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Geração de efluentes	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Geração de resíduos da demolição	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Impactos na infraestrutura viária e no tráfego	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Impactos visuais	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Implantação de área de descarte (aterro de inertes)	X			1		2			5			3			3		2			3	19
	Implantação de área de empréstimo e armazenamento de solo	X			1		2			5			3			3		2			3	19
	Interferências em infraestruturas e serviços públicos	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Interferências em recursos hídricos	X		2			2		3		1			1			1			1		11
	Risco de contaminação com óleos, graxas, efluentes líquidos e similares	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Exposição da população a acidentes		X	2			2	1			1			1			1			1		9
	Mobilização e desmobilização de mão de obra		X	2		1		1			1			1			1			1		8

Fonte: Autores (2023).

Na fase de implantação do sistema de esgotamento sanitário foi possível identificar que a maior parte dos impactos foram leves devido a atividade ser de baixo risco. Porém, essa atividade apresentou alto risco ambiental em processos de troca de solo, com um somatório total de sua valoração apontando para 19 pontos, como mostra no Quadro 4. Ainda, para o processo de troca de solo, foi necessário existência de um local para deposito do resíduo oriundo da escavação do solo e adição de solo novo propicio a atividade.

Nas Figura 4 a e 4b, é possível identificar atividade de escavação desenvolvida para a troca de solo de baixa qualidade. Igualmente, para os casos de o solo retirado por não

possuir uma compactação igual à da escavação inicial, que ao ser conformado novamente é necessário que haja adição de solo novo para fechar a vala aberta.

Figura 4: a) abertura de vala para instalação de esgoto; b) corte de superfície asfáltica.

a) b)

Fonte: Autores (2023).

Na obra “X”, a área afetada possuía um solo de baixa qualidade, e alguns casos contaminado, onde foi necessária a troca do mesmo, procedimento que apresentou danos ambientais no local de aterro. Em contraponto, com a troca do solo e instalação de sistema de esgotamento sanitário, evita a contaminação da água do solo e possibilita encaminhar este resíduo para local de tratamento adequado (Quadro 5).

Ao analisarmos a obra “Y” foi possível observar uma situação semelhante a ocorrida na obra “X”, solo de baixa qualidade e necessidade de troca. Ainda, o solo era de baixa qualidade devido a proximidade de áreas de igarapé com águas contaminadas e alta quantidade de material orgânico. Na obra “Z” o sistema de esgotamento sanitário possuía um solo de melhor qualidade se comparada as obras “X” e “Y” (Quadro 5).

Apesar dos aspectos classificados nas obras terem sido de nível leve, ainda assim, causam impactos. Estes impactos podem causar danos ambientais e estresse para a população. Na fase de implantação do manejo de águas pluviais (Quadro 5) foi possível identificar que a maior parte dos impactos foram leves, por se tratar de uma atividade de baixo risco. Porém, essa atividade apresentou alto risco ambiental em atividades de troca de solo onde existia a necessidade de local para deposito do resíduo retirado da obra e adição de solo novo propicio a atividade (Quadro 5).

Quadro 5: Matriz de aspectos e impactos, manejo de águas pluviais.

FATORES	ASPECTO	MEIO IMPACTADO		CARACTERÍSTICAS DO IMPACTO AMBIENTAL																		SOMATÓRIO
		Físico/ Biótico	Antró-pico	Interação		Natureza		Magnitude			Amplitude			Prazo do efeito			Horizonte de tempo			Reversibilidade		
				Dir	Ind	Ben	Adv	Pe	Me	Gr	Lo	Re	Est	Im	Me	Lp	Te	Pm	Ci	Rev	Irv	
FASE DE IMPLANTAÇÃO																						
MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	Alteração nos níveis de ruído	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Alterações na conformação dos taludes	X		2			2			5	1				2			2		1		15
	Alterações na conformação original do igarapé	X		2			2			5	1				2			2		1		15
	Alterações na qualidade do ar e desconforto ambiental	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Desencadeamento e intensificação de processos de dinâmica superficial	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Geração de efluentes	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Geração de resíduos da demolição	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Impactos em edificações decorrentes de vibrações e recalques induzidos	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Impactos na infraestrutura viária e no tráfego	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Impactos visuais	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Implantação de área de descarte (aterro de inertes)	X			1		2			5			3			3		2			3	19
	Implantação de área de empréstimo e armazenamento de solo	X			1		2			5			3			3		2			3	19
	Interferências em áreas contaminadas	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Interferências em recursos hídricos	X		2			2	1			1			1			1			1		9
	Risco de contaminação com óleos, graxas, efluentes líquidos e similares	X		2			2	1			1			1			1			1		9

Fonte: Autores (2023).

Observando as três obras, foi possível verificar a semelhança no relevo dos locais. Essa semelhança ocorreu devido a proximidade delas de igarapés, locais de baixo relevo, ou seja, locais onde as águas coletadas em microbacias próximas se concentram, agravando ainda mais os impactos negativos.

É importante ressaltar que, mesmo alguns aspectos sendo classificados como de nível leve, o somatório de sua pontuação de impactos estavam entre 7 e 11, ainda causam impactos ambientais negativos, como mostra os Quadros 3, 4 e 5. O que pode causar estresse a população, dito isso deve-se manter prioridade no bem-estar socioambiental contínuo na área de execução da atividade evitando possíveis entraves por falta de medidas de precaução.

3.2. FASE DE OPERAÇÃO

Na fase de operação foi possível observar as instalações em funcionamento, estado o qual deve permanecer por longos períodos com a devida manutenção. Os Quadros 6, 7 e 8 mostram os aspectos e dá uma valoração aos impactos para quantificar e atribuir um nível proporcional ao impacto ambiental, dada avaliação é demonstrado uma breve discussão acerca dos impactos observados para conclusão dos estudos.

O sistema de abastecimento de água apresentava poucos aspectos e impactos observados. Nas obras "X" e "Y" o principal aspecto observado foi a melhoria das condições de habitabilidade da população reassentada, sendo considerado como um impacto médio e positivo como mostra a sua pontuação no Quadro 6.

Quadro 6: Matriz de aspectos e impactos, sistema de abastecimento de água.

FATORES	ASPECTO	MEIO IMPACTADO		CARACTERÍSTICAS DO IMPACTO AMBIENTAL																		SOMATÓRIO
		Físico Biótico	Antró-pico	Interação		Natureza		Magnitude			Amplitude		Prazo do efeito				Horizonte de tempo			Reversibili dade		
				Dir	Ind	Ben	Adv	Pe	Me	Gr	Lo	Re	Est	Im	Me	Lp	Te	Pm	Ci	Rev	Irv	
FASE DE OPERAÇÃO																						
SISTEMA DE ABAST. DE ÁGUA	Aumento da oferta de serviços básicos (água, energia, coleta de resíduos etc.)	X		2		1			3		1				2			2		1		12
	Melhoria das condições sanitárias do igarapé e da área do entorno	X		2		1			3		1				2			2		1		12
	Melhoria das condições de habitabilidade da população reassentada		X	2		1			3		1				2			2		1		12

Fonte: Autores (2023).

Como a implementação do projeto ocorreram melhorias, a população local possuía as ligações de abastecimento de água de forma clandestina o que poderia ocasionar risco a saúde. Ainda, observou-se melhoria das condições sanitárias do igarapé e da área do entorno, valorado como impacto leve e positivo. Esta melhoria foi dada pela retirada da população que habitava diretamente sobre o igarapé e depositava seus resíduos nele, contaminando os corpos d'água e o solo desta área.

Na obra "Z" por já ter uma pré-instalação desse sistema bem estruturada, foi observado apenas a manutenção em alguns pontos no momento da implantação do sistema. O sistema de esgotamento sanitário (Quadro 7) assim como os outros sistemas implantados por esse projeto, tem como objetivo trazer melhoria de vida para as áreas atingidas. Partindo desse princípio é possível observar que a maioria dos aspectos observados são positivos em sua fase de operação demonstrados na coluna "Natureza" no Quadro 7.

A análise do Quadro 7 mostra que ocorreu uma diminuição na geração de ruído, mas por outro lado, esse problema foi verificado como grave somente no momento da implantação. Além disso, é notório que a melhoria das condições sanitárias dos igarapés próximos das três obras "X", "Y" e "Z". Esta melhoria ocorreu devido ao esgoto ter sido

coletado e destinado ao tratamento adequado por estações de tratamento que também serão implantadas nesse projeto.

Quadro 7: Matriz de aspectos e impactos, sistema de esgotamento sanitário.

FATORES	ASPECTO	MEIO IMPACTADO		CARACTERÍSTICAS DO IMPACTO AMBIENTAL																		SOMATÓRIO
		Físico Biótico	Antró-pico	Interação		Natureza		Magnitude			Amplitude		Prazo do efeito				Horizonte de tempo			Reversibilidade		
				Dir	Ind	Ben	Adv	Pe	Me	Gr	Lo	Re	Est	Im	Me	Lp	Te	Pm	Ci	Rev	Irv	
FASE DE OPERAÇÃO																						
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Alteração nos níveis de ruído	X		2		1			3		1				2			2		1		12
	Aumento da oferta de serviços básicos (água, energia, coleta de resíduos etc.)	X		2		1			3		1				2			2		1		12
	Melhoria das condições sanitárias do igarapé e da área do entorno	X		2		1			3		1				2			2		1		12
	Riscos de contaminação por materiais perigosos	X		2		1			3		1				2			2		1		12
	Melhoria das condições de habitabilidade da população reassentada		X	2		1			3		1				2			2		1		12
	Poluição e incômodos à vizinhança decorrentes da operação do empreendimento		X	2			2		3		1				2			2		1		13

Fonte: Autores (2023).

Um aspecto negativo listado no Quadro 7 são, a poluição e os incômodos causados à vizinhança decorrentes da operação do empreendimento, que apresenta uma pontuação semelhante aos demais aspectos levantados com 13 pontos. Apesar da operação do sistema completo ter um enfoque em trazer impactos positivos, ainda assim, foi possível perceber alguns impactos negativos como, o odor próximo ao local de tratamento que é comum no funcionamento de ETEs.

Quadro 8: Matriz de aspectos e impactos, manejo de águas pluviais.

FATORES	ASPECTO	MEIO IMPACTADO		CARACTERÍSTICAS DO IMPACTO AMBIENTAL																		SOMATÓRIO
		Físico Biótico	Antró-pico	Interação		Natureza		Magnitude			Amplitude		Prazo do efeito				Horizonte de tempo			Reversibilidade		
				Dir	Ind	Ben	Adv	Pe	Me	Gr	Lo	Re	Est	Im	Me	Lp	Te	Pm	Ci	Rev	Irv	
FASE DE OPERAÇÃO																						
MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	Melhoria das condições sanitárias do igarapé e da área do entorno	X		2		1			3		1				2			2		1		12
	Melhoria nos aspectos visuais da área de intervenção	X		2		1			3		1				2			2		1		12
	Melhoria das condições de habitabilidade da população reassentada		X	2		1			3		1				2			2		1		12

Fonte: Autores (2023).

Se tratando de águas pluviais, o Quadro 8 mostra que as águas da chuva causar grandes impactos ambientais como, enchentes, locais propícios a proliferação de doenças, falta de comodidade da área afetada entre outros, dito isso é classificado o manejo de águas pluviais como um sistema indispensável para áreas urbanizadas.

Foi observado *in loco* que com a operação dos mecanismos de manejo de águas pluviais houve melhoria nas condições sanitárias das proximidades, melhoria visual da área e melhores condições a população reassentada como mostra na coluna "Natureza" esses aspectos citados são como melhorias positivas na área com uma proporção de impacto de nível médio tendo seu somatório de 12 pontos cada.

Por se tratar de um sistema que recebe água numa condição menos degradada se comparada ao esgotamento, sua função é apenas transportar grandes volumes de água num curto período para os corpos d'água próximos ou estações de tratamento evitando a contaminação dessa água e prevenindo contra os impactos causados pelo acúmulo repentino de água da chuva.

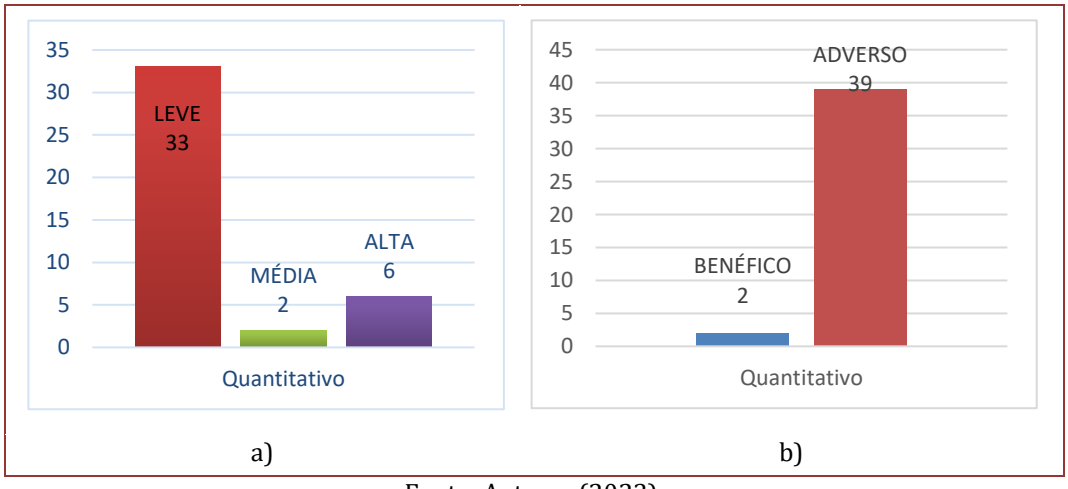
3.3. OBSERVAÇÕES GERAIS

Analisando os aspectos e impactos nas matrizes referentes aos Quadros 3, 4, 5, 6, 7 e 8, tem-se os seguintes dados para determinação das conclusões:

A **fase de implantação** é apresentada no Gráfico 1a, onde a proporção de impactos foi abaixo e leves, por apresentar um tempo para instalação finito, ter reversibilidade no impacto aplicado e o tamanho das atividades apenas no local de execução da atividade assim são atribuídos a estes impactos valorações mais baixas na sua somatória total.

A análise de benéfico/adverso gerado a partir do quantitativo da etapa de implantação esta representado no Gráfico 1b. Nesta fase as três atividades analisadas nas obras mostram que é possível identificar uma atividade benéfica, sendo identificada em 2 atividades diferentes no processo, que é o caso da mobilização de mão de obra que vai gerar emprego e desenvolvimento social (Quadros 3 e 4). No entanto foi identificada 39 impactos adversos com diversas atividades listadas, concluindo-se que essa fase é caracterizada por apresentar aspectos negativos.

Gráfico 1: a) Quantidade de impactos por nível; b) Impactos benéficos/adversos identificados.



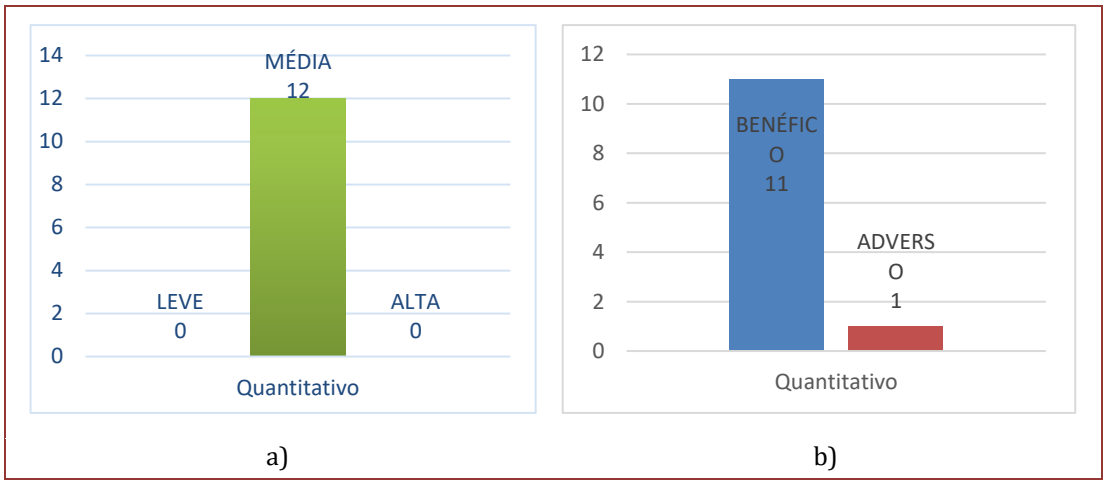
a) b)

Fonte: Autores (2023).

Na fase de operação Gráfico 2a, a quantidade de impactos por nível mais observados foram os de impacto médio, totalizando 12 identificados. Geralmente essas atividades ocorrem em tempo de operação indeterminado, até que haja necessidade de atualização ou manutenção do sistema, além de geralmente ter grandes extensões territoriais que aumentam a pontuação total do item observado.

A análise de benéfico/adverso gerado a partir do quantitativo da etapa de operação esta representado no Gráfico 2b. Na fase de operação, três atividades foram observadas nas obras sendo identificado um aspecto adverso, que é o caso da poluição e incomodo da vizinhança causado pelo esgotamento sanitário. Este impacto que é comum no processo de operação de ETEs a dispersão de odor próximo ao empreendimento, no entanto foi identificada 11 impactos benéficos com diversas atividades listadas, concluindo-se que essa fase trás principalmente aspectos positivos.

Gráfico 2: a) Quantidade de impactos por nível; b) Impactos benéficos/adversos identificados.



a) b)

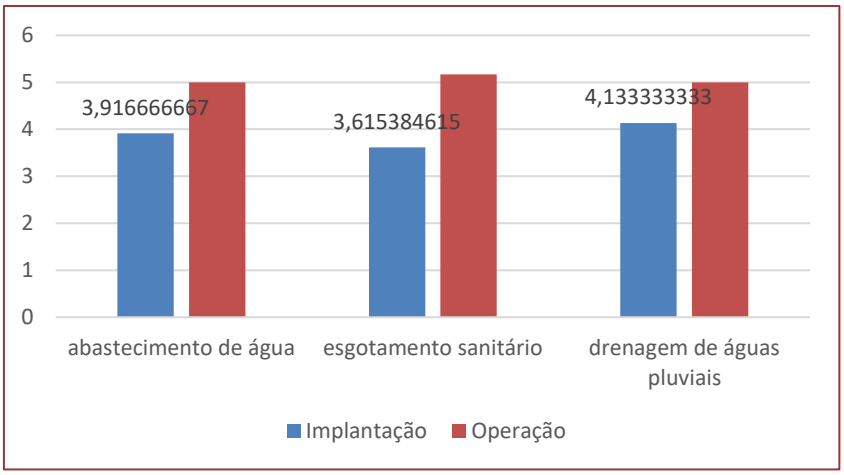
Fonte: Autores (2023).

3.4. COMPARAÇÃO ENTRE AS FASES DE OPERAÇÃO E INSTALAÇÃO:

Para comparar essas 2 fases foram calculadas pontuações médias entre as duas fases de estudo que são apresentados no Gráfico 3: o somatório total dos impactos da atividade foi dividido pelo número de impactos observados tendo como resultado um parâmetro de impacto entre 1 e 14 quanto mais próximo de 14 maior o impacto da fase analisada.

No Gráfico 3 é possível verificar que a fase de operação é um pouco mais impactante do que a fase de implantação, e a fase de operação possui cerca de um ponto de variação a mais nas atividades observadas, por todos os aspectos da fase de operação terem um nível médio enquanto a maior parte dos aspectos levantados na fase de implantação tem um grau de proporção leve. É visível que na fase de implantação mesmo com identificação de mais impactos em seu quantitativo total a fase de operação possui um impacto maior.

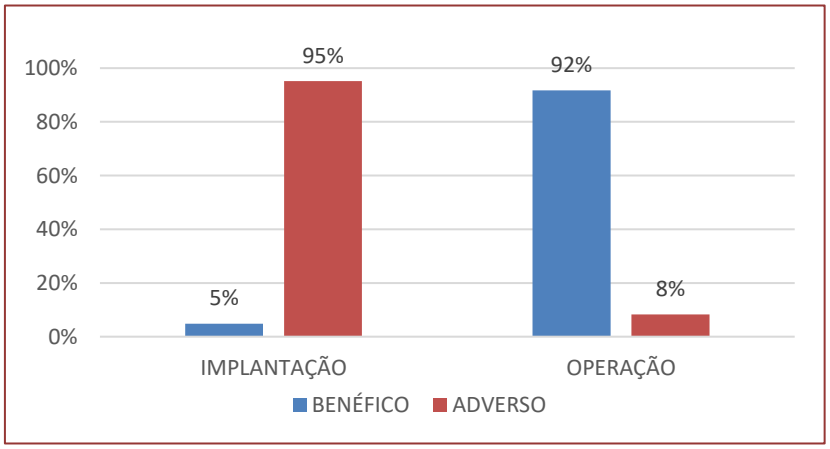
Gráfico 3: Grau de impacto das atividades.



Fonte: Autores (2023).

Comparando o percentual das atividades realizadas na implantação foi possível observar que a grande quantidade de aspectos adversos totalizam 95% dos impactos analisados, e com apenas 5% de impactos benéficos (ver Gráfico 4). A grande quantidade de impactos adversos se dá pelo processo de implantação onde existe o trabalho direto na área de atuação. Já na fase de operação a evolução dos impactos é contrário ao de implantação. O Gráfico 4 mostra a ocorrência de 92% de impactos benéficos e apenas 8% adversos.

Gráfico 4: Comparação dos aspectos positivos e negativos levantados por fase.



Fonte: Autores (2023).

Levando em consideração os dados apresentados tem-se que a fase de operação é a menos impactante em quantitativo e apresentando mais impactos positivos ou sejam benéficos. Já a fase de implantação é mais impactante em seu quantitativo, porém com mais impactos negativos ou adversos. A fase de operação deve necessariamente passar

pela fase de implantação, e benefícios na operação valem os riscos dos impactos da sua implantação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi realizado em obras denominadas "X", "Y" e "Z" todas localizadas na zona leste da cidade de Manaus próximas ao igarapé do quarenta, neste local foi feito o acompanhamento das instalações e operação de sistemas de drenagem, abastecimento de água e esgotamento sanitário para identificar e calcular o grau de impactos benéficos e adversos. Para identificar esses impactos foi utilizado o método de *check list* que propiciou informações para construção das tabelas de valoração do grau de impacto, ao identificar o grau de impacto dada a valoração da tabela feita sob medida para valoração desta atividade foi possível verificar o quantitativo de impactos gerais e atribuir uma pontuação para eles.

Após o tratamento e análise dos dados foi constatado que a quantidade de impactos observados na fase de implantação com 41 impactos identificados é maior que na fase de operação com 12 impactos identificados. Concluindo que em quantitativo a fase mais impactante é a de implantação.

Em contrapartida ao analisar os dados apresentados nas tabelas de valoração é possível observar quais os impactos benéficos e adversos, assim, ao comparar as duas fases do processo observou-se que em percentual a fase de implantação apresenta 5% de impactos benéficos enquanto a fase de operação apresenta 92% de impactos benéficos, confirmando a eficiência da instalação desses sistemas.

Ao comparar as 3 atividades entre si, é identificado que a drenagem de águas pluviais é a mais impactante em sua fase de implantação com uma pontuação de 4,13 de um total de 14 pontos, e na fase de operação a atividade mais impactante foi o esgotamento sanitário com uma pontuação de 5,16 de um total de 14 pontos.

Ainda, foi possível identificar as atividades mais impactantes positivas e negativamente, a atividade mais benéfica foi a operação de esgotamento sanitário visto que em sua fase de operação apresentou mais benefícios em comparação as outras atividades com 5,16 pontos em grau de impacto sendo estes 92% benéficos, já a atividade que mais impactou negativamente foi a de instalação de drenagem de águas pluviais que apresentou 4,13 pontos de grau de impacto sendo estes 95% impactos adversos.

Por meio dos resultados encontrados foi possível demonstrar a necessidade e eficiência na utilização de supervisão/fiscalização para obras de grande porte, onde há a execução de diversas atividades simultâneas que necessitam cumprir com as normas e legislações vigentes e uma entidade externa consegue ter uma visão diferente do empreendedor sobre as necessidades do empreendimento.

REFERÊNCIAS

[1] BRASIL. LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007. **Dispõe sobre a Política Nacional de Saneamento.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2007. Disponível em: < https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-publicacaooriginal-64311-pl.html>

[2] BRASIL. LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. **Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1981. Disponível em <

https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-publicacaooriginal-1-pl.html>

[3] COSTA, R. G.; SILVA, M. H.; CORRÊA, R. I. L.; RIBAS, E. B. **Saneamento Básico: Sua Relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública.** Revista Paramétrica, v.14, n.1, jan./jul.2022. Disponível em: < https://www.periodicos.famig.edu.br/index.php/parametrica/article/download/273/199>

[4] CONSÓRCIO AMAZONAS. **P.10.4 – AIA - AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL / P.10.4.6 – LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS (IDENTIFICAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO, VALORAÇÃO E INTERPRETAÇÃO).** Servidor interno da empresa. 2021.

[5] DUTRA, V. A. DA S., **PROSAMIM – BID uma experiência de reassentamento de pessoas universidade do estado do amazonas pró-reitoria de pesquisa e pós-graduação programa de pós-graduação interdisciplinar em ciências humanas** – PPGICH Mestrado Acadêmico, Universidade Estadual do Amazonas, 2018. Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/browse?type=author&value=Dutra%2C+Viviane+Alves+da+Silv>

[6] INSTITUTO TRATA BRASIL. **Saneamento: Principais Estatísticas.** Disponível em: **<**https://www.tratabrasil.org.br/pt/saneamento/principais-estatisticas. 2021>.

[7] JESUS, M. S.; SILVA, M. G.; TAVARES, M. S.; SILCA, L. G. O. **Métodos de avaliação de impactos ambientais: uma revisão bibliográfica**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.4, p. 38039-38070 apr 2021 Disponível em: <10.34117/bjdv7n4-321>

[8] MIRANDA, K. P.; SILVA FILHO, E. C. **Direito de acesso à água potável e saneamento básico para as populações que residem em favelas e áreas periféricas**. Brazilian Journal of Development, v. *9*, n. 6, pp. 19077–19089, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.34117/bjdv9n6-025>

[9] MORAES, C. D. D'AQUINO, C. A. **Avaliação de impacto ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias.** In: 5º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense. Araranguá: SICT-Sul, pp. 7. 2016. Disponível em: < https://labhidrogeo.paginas.ufsc.br/files/2016/08/AIA-UMA-REVISÃO-DA-LITERATURA-SOBRE-AS-PRINCIPAIS-METODOLOGIAS.pdf>

[10] MUELLER, C. C.; MARTINE, G. **Modernização da agropecuária, emprego agrícola e êxodo rural no Brasil - A década de 1980.** Revista de Economia Política, v. 17, n. 3 (67), pp. 407-427, julho-setembro/1997. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/0101-31571997-0897>

[11] SOUZA FILHO, E. A.; ALVES, S. B. S. M. **Análise das Condições de Esgotamento Sanitário na Cidade de Manaus-Amazonas.** Geofronter, Campo Grande, v. 8, p. 01-21, 2022. Disponível em: < https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/view/7092>

[12] SOUZA, F. G. DE. **A sustentabilidade implícita no modelo de construção em wood frame: análise do impacto ambiental causado pelo método construtivo.** 2022. 116 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022. Disponível em: < https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/4874 >

[13] VUITIK, G. A.; CASSIANO S. T.; LIZANDRO D. B. **Análise dos Impactos do Marco Regulatório do Saneamento Básico: LEI 14026/2020.** Revista Técnico-Científica, 32. 2023. Disponível em: < https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/823/655>

[14] ZAMPIERI, F. L. L.; BALESTRO, F. **Efetividade da Legislação Urbanística na Regulação da Ocupação Urbana em Zonas Rurais: Análise para o Município de Estância Velha para o Período de 1959-2018.** Revista de Direito da Cidade, vol. 12, no 4. ISSN 2317-7721. pp.2182-2215. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/rdc.2020.50729>

Capítulo 15

Avaliação de impacto ambiental: descarte incorreto de resíduos em uma oficina mecânica no distrito industrial de Manaus/AM

Paula Lima
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: As atividades realizadas em oficinas mecânicas possuem grande potencial poluidor, se não gerenciadas podem trazer grandes problemas para a sociedade. O objeto de estudo deste artigo foi uma oficina mecânica de motocicletas na cidade de Manaus, com intuito de identificar as principais atividades, aspectos e impactos ambientais e desenvolver um plano de gestão de resíduos. Foram realizadas visitas de campo e aplicação de um questionário para coletar dados sobre geração de resíduos e práticas de gestão ambiental. Os resultados obtidos mostraram que as oficinas necessitam de e práticas adequadas de gestão de resíduos, principalmente em relação ao óleo e lubrificante que possuem grande potencial poluidor, a promoção de práticas sustentáveis foram identificadas como estratégias para reduzir o impacto ambiental. O plano de gerenciamento foi elaborado em cinco etapas para atender a demanda de pequeno porte do empreendimento. Por fim o estudo destaca a importância do cumprimento das regulamentações ambientais e a necessidade de implementação de medidas para melhorar a gestão de resíduos.

Palavras-chave: Oficinas mecânicas; Gestão de resíduos, Potencial poluidor.

1. INTRODUÇÃO

As oficinas mecânicas desempenham um papel fundamental na manutenção e reparação de motocicletas, contribuindo para a mobilidade e segurança da sociedade. De acordo Mota *et al.,* (2023), "A manutenção de veículos, por ano, no Brasil, chega à casa dos 128 bilhões de reais". Para Teixeira (2020), a frota nacional de motocicleta cresceu mais de 90% em 10 anos entre 2009 à 2019, enquanto informações da ABRACICLO (2022) devido à natureza das atividades de manutenção de veículos automotivos geram impactos significativos no meio ambiente, que segundo Costa *et al.,* (2021) possuem alto grau de poluição devido toxicidade dos produtos usados, podendo causar contaminação dos corpos hídricos, solo, poluição e alterações na qualidade do ar e riscos à saúde humana.

Contudo, Barbosa (2021) mostra que em decorrência dos vários compostos químicos presentes na composição dos produtos usados na manutenção de veículos e ao descarte incorreto dos resíduos gerados nas oficinas, este tipo de serviço constitui um sério problema ambiental. Por outro lado, Stein (2021) destaca que as atividades de manutenção em veículos são realizadas por diversos empreendimentos de pequeno porte, assim, os impactos ambientais gerados por eles estão relacionados gerenciamento incorreto, tendo em vista, os agentes poluentes como, os óleos e diluentes usados, filtros de óleo, amortecedores, aerossóis usados, embalagens variadas, líquidos contaminados, baterias, etc. "Os poluentes que demandam uma maior preocupação à saúde pública são os materiais particulado (MP), monóxido de carbono (CO), ozônio (O_3) e o dióxido de nitrogênio (NO_2)" (FIN, 2021).

O descarte incorreto desses resíduos acaba indo para o solo e cursos de água em torno das oficinas de manutenção. De acordo com Machava (2021), esse descarte incorreto gera graves problemas ambientais e sua combustão resulta na produção de gases residuais prejudiciais a saúde e ao meio ambiente, trazendo também problemas para encanação como obstrução, entupimento de valas de drenagem, sendo fundamental adotar medidas de contenção e prevenção para futuros impactos. Ainda, Lemos (2021), mostra que essas atividades se não regularizadas podem causar danos ao bem-estar da população e meio ambiente de todos que vivem nas localidades próximas ao empreendimento, pois é uma atividade que gera resíduos diariamente.

Todavia, para Silva (2022), a gestão de gerenciamento de resíduos deve ser considerada por toda atividade ou serviço poluidor. Enquanto Machava (2021), afirma que o desenvolvimento da gestão dos resíduos envolve todas as atividades do empreendimento. Ao mesmo tempo, em Barbosa (2021), os autores indicam que as empresas têm buscado soluções mais sustentáveis para prestar serviços com maior responsabilidade social. "À vista disso, a gestão de produtos após o término de suas vidas úteis tornou-se uma necessidade para a sociedade moderna" (MOTTA, 2021).

Ao mesmo tempo, a legislação está cada vem mais rigorosa para empreendimentos que destinam incorretamente os seus resíduos. Para Carvalho (2019) as empresas que não estiverem em conformidade com as leis estabelecidas podem encarar restrições passíveis de multa e perda de alvará de funcionamento.

Para Geronimo *et al.,* (2023) a Lei nº 12.305 - Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, estabelece diretrizes para gestão integrada de gerenciamento dos resíduos sólidos determinando que os geradores devem realizar a destinação correta e ambientalmente adequada. Enquanto em Pereira *et al.,* (2020), os autores mostram que a PNRS direciona para as oficinas um gerenciamento adequando focando na minimização de potenciais riscos ambientais, enquanto a lei exige do empreendimento a aplicação do Plano de

Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, e deve indicar medidas de controle dos resíduos gerados.

O armazenamento dos resíduos, conforme Oliveira *et al.,* (2019), devem ser realizados de forma que não comprometam o meio ambiente nem a qualidade do resíduo, pois é um recurso valioso. "O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) é um instrumento de implementação que contribui para um controle maior da destinação dos resíduos gerados" (MMA, 2010).

O PGRS de acordo Castro *et al.,* (2022), facilita a visualização dos resíduos em cada atividade do empreendimento, promove uma gestão adequada dos resíduos, buscando melhorias no ambiente de trabalho e na destinação dos resíduos, Sarmento *et al.,* (2019) coloca também que o PGRS é um documento técnico que identifica a natureza e a quantidade de cada tipo de resíduo do empreendimento, fornece orientações ambientalmente adequadas para as fases de geração, acondicionamento, transporte, transporte, tratamento, reciclagem, destinação e disposição final .

Este artigo tem como objetivo investigar os impactos ambientais gerados por uma oficina mecânica no município de Manaus, com intuito de realizar prognostico ambiental e identificar medidas e estratégias para mitigar e reduzir os impactos ambientais, com visita em campo para identificar e classificar os principais resíduos gerados na oficina de acordo com Norma ABNT NBR 10.004 (Classificação de Resíduos Sólidos), analise de coleta de dados de questionário aplicado em oficinas mecânicas localizadas na cidade, e desenvolver medidas que ajudem a mitigar e reduzir os impactos ambientais identificados, visando promover praticas mais sustentáveis.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho mostrará uma de avaliação do Impacto Ambiental gerado pelos resíduos provenientes de oficinas mecânicas durante o período de agosto a setembro de 2023. Para isso, foram realizadas visitas *in loco*, desenvolvidos e aplicados questionários por meio da ferramenta *google forms*. Assim, foi possível visualizar todos os impactos gerados por uma oficina mecânica de pequeno porte, com atividades voltadas para manutenção, reparação de motocicletas, bem como comercio varejista de peças, localizada no Distrito Industrial de Manaus. O nome do empreendimento será mantido em sigilo para preservar a empresa.

2.1. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Primeiramente, para caracterizar o local de estudo e identificar os aspectos e impactos ocasionados pela atividade de manutenção de motos, foi desenvolvido aplicado um questionário para os funcionários do estabelecimento. O questionário *online* foi composto de sete perguntas e desenvolvido na plataforma *Google forms*, enviado aos funcionários via *whatzapp*. Os questionamentos foram basicamente sobre a temática de educação ambiental, mais especificamente, resíduos sólidos, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Perguntas aplicadas no questionário.

P01 - Nome do empreendimento? (Opcional)
P02 - Qual é a localização da oficina?
P03 - Qual é o porte da oficina?
P04 - Quais tipos de resíduos são gerados na oficina?
P05 - A oficina promove alguma forma de educação ambiental para seus funcionários ou clientes?
P06 - Se a resposta anterior for sim, por favor informar quais são?
P07 - Que ações específicas você acredita que a oficina poderia implementar para reduzir seu impacto ambiental?

Fonte: Autores (2023).

2.2. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Após obter um panorama do estabelecimento por meio do questionário, foram realizadas observações *in loco* e registros fotográficos em uma das oficinas intrevistas, para que fosse possível identificar os principais resíduos gerados e classificá-los conforme determina a legislação, e com base nessas informações desenvolver um plano de gerenciamento. O plano de gerenciamento foi elaborado em 5 etapas: identificação e Classificação de Resíduos; Coleta, armazenamento e destinação; Conscientização e Treinamento; Registro e Documentação; Avaliação e Melhorias Contínuas.

Esta metodologia fornecerá uma estrutura básica para o desenvolvimento e implementação de medidas e estratégias que buscam mitigar e reduzir os possíveis impactos ambientais identificados. Para isso, foi utilizada a Lei nº 12.305 de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que mostra as principais responsabilidades do gerador de resíduos da produção até a destinação final. Para a destinação de resíduos oleósos utilizou-se como base a resolução CONAMA nº 362/2005, que estabelece critérios e procedimentos para a destinação final ambientalmente adequada dos óleos usados ou contaminados. E por fim, a NBR 10004 que classifica os resíduos, vale ressaltar que a elaboração do plano de gerenciamento foi elaborado de forma simplificada voltada para uma empresa de baixo e médio porte de até 10 funcionários.

3. RESULTADOS

O questionário aplicado desempenhou um papel fundamental para compreender como funcionava as práticas e comportamentos relacionados à gestão de resíduos e aspectos ambientais das oficinas estudadas.

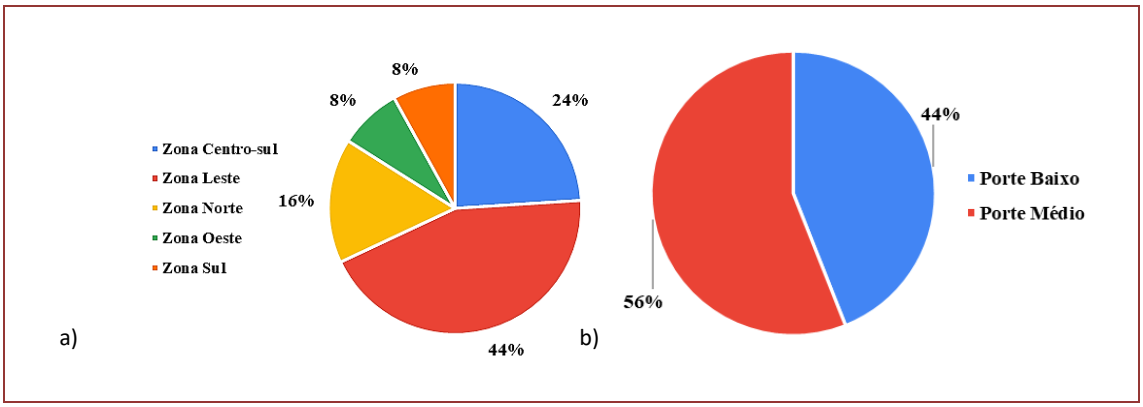
Foram recebidas 25 respostas, a primeira pergunta “A atividade da empresa é voltada para carros, motocicletas, outros automotores ou ambos?”, demonstrou que 22 empreendimentos informaram que as atividades realizadas são voltadas para de manutenção de carros, motos e outros automotores, e 3 oficinas tem atividades somente para manutenção de motocicletas e bicicletas. Para Menegotto (2019) esses empreendimentos possuem diversas variáveis na quantidade de resíduo gerado, porte e processos utilizados para descarte e reuso.

A segunda pergunta era referente a localização das oficinas, a maior concentração das respostas foi verificada na zona leste da cidade em torno de 44% das repostas, conforme o Gráfico 1a. Posteriormente, a zona centro sul mostra o segundo mais quantitativo, com 24%, enquanto, a zona norte com 16%, e em ambas, zona oeste e sul

com 8%. A concentração significativa na zona leste pode ter sido atribuída, ao fato de que a coleta de dados foi realizada com base nos contatos atribuídos a oficina base deste estudo (oficina de motocicletas), que está localizada nessa mesma região.

O Gráfico 1b expõe o porte dos empreendimentos, 44% das respostas informaram que as oficinas são de baixo/pequeno porte e 56% são de médio porte, Caldeira *et. al.*, (2020) complementa que as oficinas mecânicas, quando possuem Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica são denominadas como micro e pequenas empresas, porém em sua maioria são propriedade familiar e de atuação independente, e a maioria dos proprietários não possuem formação técnica.

Gráfico 1: Levantamento de dados realizados: a) P02 - Localização das oficinas; b) P03 - Porte do empreendimento.

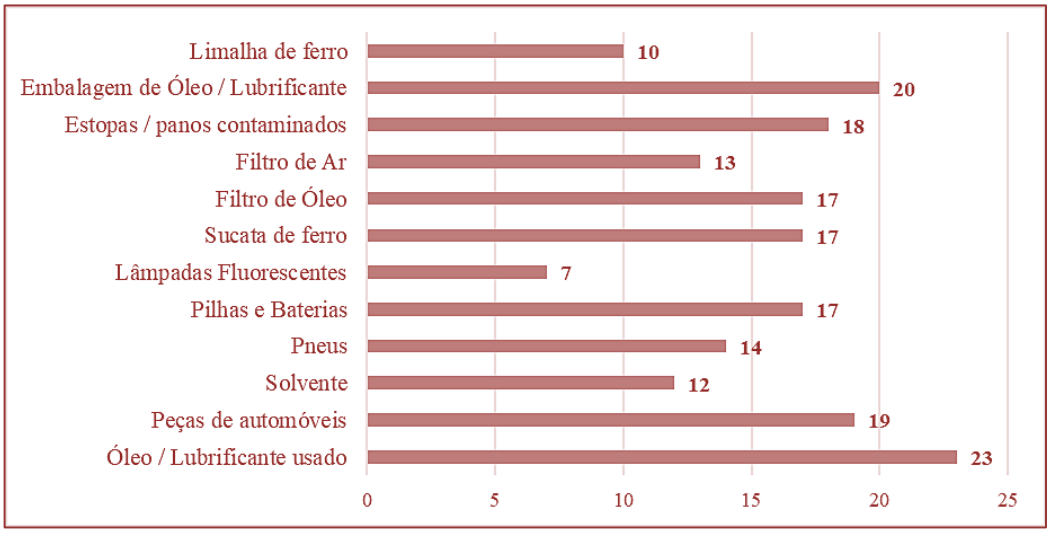


Fonte: Autores (2023).

Para a quarta pergunta exposta na Tabela 1 foi “Quais tipos de resíduos são gerados na oficina?”, os informantes poderiam responder com mais de um resíduo, assim a análise dos dados revelou 12 tipos de resíduos gerados nas oficinas estudadas. Conforme apresentado no Gráfico 2, o resíduo mais gerado nas oficinas foi as sobras de óleo ou lubrificante com 23 respostas, seguido pela embalagem de óleo e/ou lubrificantes com 20 respostas. As peças de automóveis forma apontadas com 19 respostas, seguidas pelas estopas contaminados ou panos contaminados 18 com respostas. O filtro de óleo, sucata de ferro e pilhas e baterias obtiveram a mesma quantidade de respostas cada uma delas, 17 respostas.

O resíduo que apresentou menor resposta foi de lâmpadas fluorescentes com 7, resíduo este gerado somente quando houver necessidade de troca no local. Ainda, a limalha de ferro obteve 10 respostas, que é utilizada para limpeza e absorção de óleo, podendo representar um risco de segurança e saúde ocupacional se não for gerenciada adequadamente, uma vez que as partículas de ferro podem ser cortantes e causar ferimentos.

Gráfico 2: Tipos de resíduos gerados nas oficinas.



Fonte: Autores (2023).

O Gráfico 2 expõe que os resíduos identificados incluem geração de resíduos oleosos, descarte inadequado de peças e filtros de óleo usados, uso de produtos químicos e solventes, entre outros. De acordo a NBR 10.004, esses resíduos são classificados como perigosos, apresentando características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Esses aspectos quando não gerenciados adequadamente, geram impactos negativos afetando diretamente o meio ambiente e a população próxima ao local.

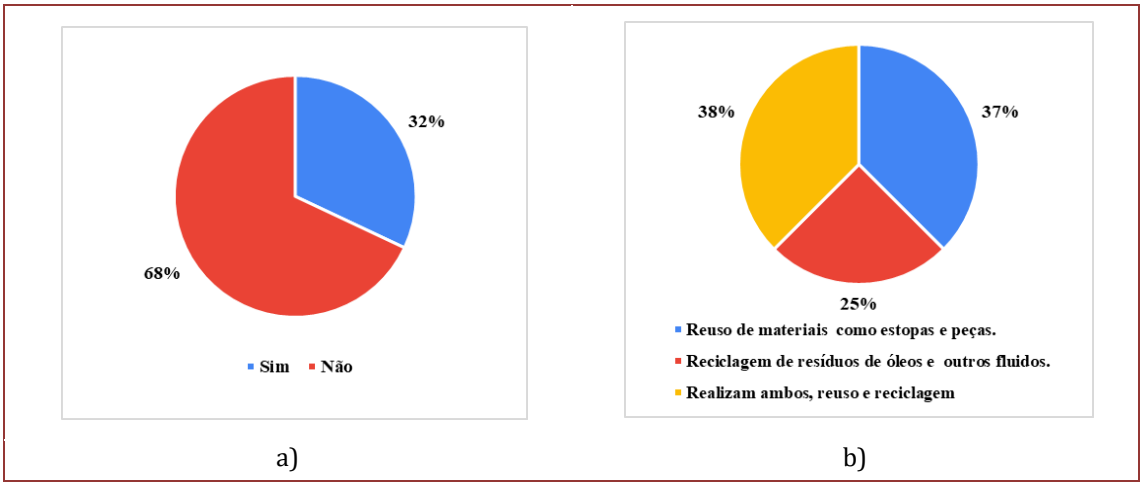
Em Lima *et al.,* (2018), os autores mostram que a problemática da destinação incorreta, deve-se principalmente a falta de conhecimento dos estabelecimentos e custo por empresas especializadas, além de que os proprietários das oficinas não veem a necessidade de adotar medidas de destinação dos resíduos se não houver fiscalização. O que é um fato, pois podemos perceber que não há muito interesse dos empreendimentos em aplicar sistemas de gestão, pois informam que é "muito trabalhoso de aplicar".

Isso demonstra a importância de impor para oficinas o descarte ambientalmente adequado e a reciclagem do óleo usado e demais resíduos gerados, pois minimizam os impactos ambientais e à saúde pública. Todavia, a Resolução CONAMA nº 362/2005 estabelece diretrizes para o descarte ambientalmente adequado de óleo lubrificante usado e contaminado, exigindo que seja coletado por empresas licenciadas, é fundamental seguir regulamentações ambientais e adotar práticas responsáveis para evitar danos ambientais e à saúde.

A pergunta P05 referente se "A oficina promove alguma forma de educação ambiental para seus funcionários ou clientes?", mostrou (Gráfico 3a) que somente 32% oficinas analisadas promoviam alguma atividade de educação ambiental, e 68% não realizam nenhuma atividade voltada a EA, a porcentagem demonstra que é muito comum as oficinas mecânicas. Em Silva (2022), o autor mostra que a falta de interesse dos pequenos empreendimentos se dá principalmente pois as ações ambientais são vistas como nula nas atividades diárias, ou seja, não há tempo para aplicação.

A sexta pergunta “Se a resposta anterior for sim, por favor informar quais são?”, dos 32% que responderam sim, informaram que 38% realizam a reciclagem de resíduos de óleo e outros fluidos, e não informam como ocorre tal prática na oficina, Gerônimo e Guedes (2023) citam que a principal forma de “reciclar” o óleo é através do refino, que é um processo de regeneração de óleos usados ou contaminados, transformando-os em óleos básicos ou lubrificantes de alta qualidade.

Gráfico 3: Levantamento de dados realizados, a) P05 - oficina promove alguma forma de educação ambiental para seus funcionários ou clientes, b) P06 - Se a resposta anterior for sim, por favor informar quais são.



a) b)

Fonte: Autores (2023).

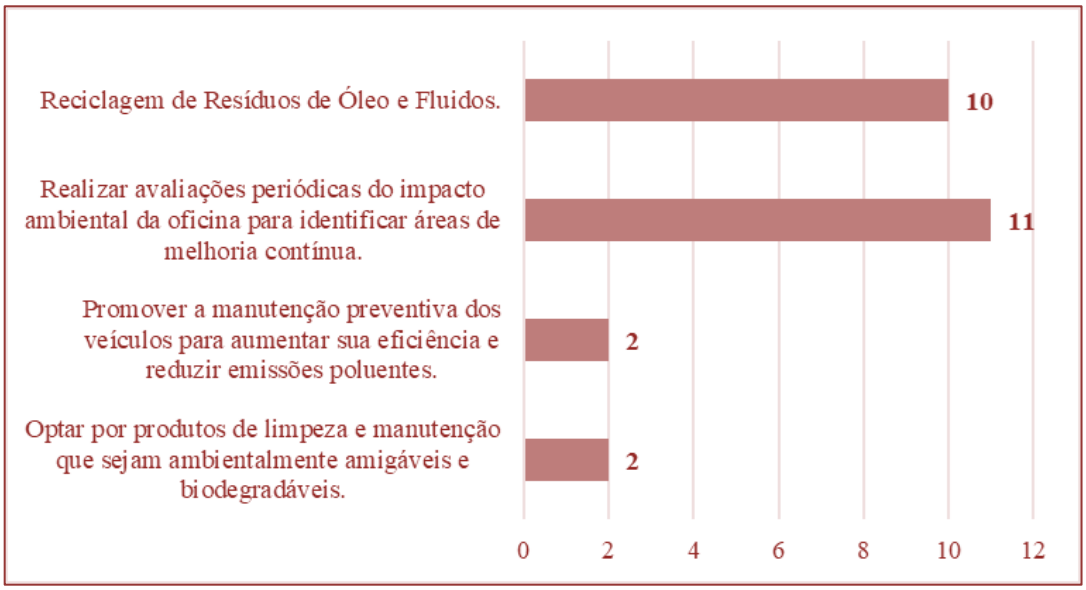
O reuso de materiais como estopas e peças (Gráfico 3b), correspondeu a 37% das respostas, essa é uma prática muito comum, e é responsável de reaproveitar e reciclar recursos, reduzindo o desperdício e o impacto ambiental. Pois, algumas peças danificadas ou desgastadas que podem ser recuperadas por um processo de reparo e recuperação, como soldagem, ou retificação, para restaurar suas funcionalidades. Já as estopas podem ser utilizadas mais de uma vez em alguns casos, outros 25% (ver gráfico 3b) responderam que utilizam ambas técnicas de reuso e reciclagem nas oficinas.

Na pergunta P07, questiona “que ações específicas você acredita que a oficina poderia implementar para reduzir seu impacto ambiental?”, foram disponibilizadas quatro opções escolha (Gráfico 4), onde somente uma opção poderia ser escolhida. As respostas mostraram que, 11 oficinas informaram que poderiam realizar avaliações periódicas dos possíveis impactos ambientais gerados pela oficina, identificando assim, as áreas de melhoria contínua. Ainda, 10 oficinas informaram que uma prática que poderia ser implementada seria a reciclagem de óleos e fluidos, enquanto, 2 oficinas marcaram que promover a manutenção preventiva aumentaria a eficiência e reduziria a emissão de poluentes, e outras 2 marcaram que optar por materiais de manutenção e limpeza que sejam biodegradáveis seja uma opção de ação para reduzir o impacto.

Ainda, o Gráfico 4, apresenta técnicas para reduzir impactos que podem ser facilmente aplicadas em oficinas, a manutenção periódica e preventiva pode ser eficaz para reduzir emissão de poluentes, o que é um fato pois motores com a manutenção em dia geralmente consomem menos combustível, resultando em menores emissões de dióxido de carbono (CO_2) e uma queima mais limpa do combustível.

Analisando as respostas das 25 oficinas, percebeu-se que a maioria delas possui interesse em adaptar ações que melhorem a destinação dos resíduos gerados e redução de impactos causados. Principalmente, porque a implementação dessas ações poderia resultar em benefícios como, redução de custos, retorno financeiro por meio da destinação de óleo para empresas de reciclagem, além da diminuição da ocorrência acidentes devido a derramamentos de substâncias ou vazamentos de fluidos.

Gráfico 4: Ações que as oficinas acreditam que poderiam implementar no seu empreendimento para reduzir o impacto ambiental.



Fonte: Autores (2023).

3.1. IDENTIFICAÇÃO DE ASPECTOS E IMPACTOS

A oficina utilizada como objeto de estudo para identificar os aspectos e impactos desenvolve suas atividades exclusivamente com manutenção de motocicletas. Foram realizadas 4 visitas *in loco* no período de um mês. Durante as visitas identificou-se que ela realizava cerca de 15 a 23 manutenções mensais, como, atividades de troca de fluidos, lavagem, checagem de freios, correntes, pneus e troca de bateria, limpeza de peças, e revisões periódicas. Ainda, foram identificadas a geração de diversos resíduos como óleo usado, embalagens contaminadas, estopa, tecidos utilizados para limpeza, solventes, lâmpadas, metal proveniente de peças, plástico, papel e papelão

Com base nesta análise e através de registro fotográficos, podemos identificar e classificar os resíduos gerados no local de acordo com a Norma ABNT NBR 10.004, conforme apresentado na Tabela 2, que possuem potencial de corrosividade, inflamabilidade, toxicidade e até patogenicidade.

Tabela 2: Atividades, aspectos, impactos e a classificação dos resíduos.

ATIVIDADES	ASPECTOS	IMPACTOS	CLASSIFICAÇÃO CONFORME NBR 10.004
Manutenção de motocicletas	Geração de resíduos de óleo usado, filtros de óleo, peças danificadas. Emissão de Ruídos de teste de motores;	Contaminação do solo e da água devido ao descarte inadequado de óleo, e resíduo solido; Poluição Sonora.	Resíduos classe I – Perigosos
Funilaria (reparos como pintura)	Geração de efluentes como água contaminada, tintas, óleos, solventes e derivados; Risco de vazamento de óleos e derivados; latas de tinta	Contaminação do solo e das águas, devido ao descarte incorreto.	Resíduos classe I – Perigosos
Armazenamento de Material	Óleos, lubrificantes e produtos químicos, vazamentos ou derramamentos de óleo.	Contaminação do solo e águas.	Resíduos classe I – Perigosos
Limpeza de Peças e troca de peças	Uso de solventes e produtos de limpeza	Emissões de COVs, possíveis descartes inadequados de solventes usados	Resíduos classe I – Perigosos Resíduos classe II B – Inertes.
Lavagem das motocicletas	Geração de resíduos contaminados por óleos, resíduo solido como panos e estopas, e efluentes contaminados pela lavagem.	Contaminação do solo e águas, degradação da fauna e flora.	Resíduos classe I – Perigosos

Fonte: Autores (2023).

Todos os resíduos gerados nas cinco atividades desenvolvidas são classificados como perigosas, e incluem uma variedade de substâncias que podem representar riscos à saúde humana. A exposição direta a esses resíduos pode causar irritação na pele, olhos e vias respiratórias, e alguns componentes, como os metais pesados, podem levar a danos neurológicos, problemas no sistema respiratório e até mesmo câncer. Para o meio ambiente, conforme descrito na Tabela 2, os resíduos podem infiltrar-se no solo e na água, poluindo tanto os lençóis freáticos e os cursos d'água próximos, podendo causar danos ao ecossistema local.

Um dos principais aspectos dessa atividade é a geração de efluente por resíduo de óleo e seus derivados (Figura 1) e representando uma séria ameaça ao meio ambiente e à saúde pública devido às substâncias tóxicas e poluentes que ele contém, e requerem um gerenciamento adequado, o proprietário não soube informar a quantidade de resíduo gerado. Na Figura 1a demostra o descarte incorreto de resíduos de óleos e seus derivados em uma pia, e em outras vias de esgotamento como ralos localizados no local, o que representa um enorme perigo ambiental. O empreendimento ainda não possui estrutura para implantar um sistema de drenagem para coletar os óleos usados de forma eficaz

Quanto ao armazenamento (Figura 1b e 1c), ocorre de forma que os produtos como óleo, lubrificantes, graxas, etc., fiquem expostos aos clientes na vitrine para facilitar a escolha para marca e uso, a oficina também vende peças e pneus que ficam expostos na parte interna e externa do local (Figura 1d).

Figura 1. Resíduos e produtos da oficina, a) Resíduo de óleo derivados descartados em uma pia; b) e c) Armazenamento de produtos; d) Pneus para venda e troca.

a) b) c) d)

Fonte: Autores (2023).

Pelos resultados apresentados constata-se que o empreendimento não realiza nenhum tipo de destinação de resíduo ou tratamento do óleo e dos outros resíduos gerados no local, assim destacamos a importância do descarte correto e do armazenamento seguro para evitar danos ao meio ambiente e à saúde pública.

3.2. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

A coleta de dados *in loco* na oficina e aplicação do questionário em 25 estabelecimentos foram essenciais para a elaboração do plano de gerenciamento de resíduos, essa abordagem combinada, forneceu informações detalhadas sobre os impactos gerados pelas atividades das oficinas, possibilitando a formulação de estratégias direcionadas para mitigar esses impactos e promover práticas mais sustentáveis.

Buscando reduzir os impactos identificados, foi elaborado um plano de gerenciamento de resíduos focado para oficina que possui atividade exclusiva para manutenção de motos, assim utilizamos a NBR 10004 para classificar os resíduos, e o CONAMA nº 362/2005 que dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação de forma adequada, assim foi elaborado de acordo com o Quadro 1, e de forma simplificada um plano de gerenciamento de resíduos em cinco etapas para uma oficina de pequeno/médio porte.

Quadro1: Etapas da elaboração do plano de gerenciamento.

Identificação e Classificação de Resíduos:	1 – Identificar atividades e potenciais resíduos, e classificá-los conforme a NBR 10004, quando couber;
Coleta, armazenamento e destinação:	2 – Estabelecer procedimentos de coleta e armazenamento de resíduos, considerando a segregação de resíduos perigosos de não perigosos e de resíduos oleosos, em conformidade com as normas vigentes. 3 – Definir os recipientes adequados para a coleta de óleos usados que podem ser: tambores de aço, contentores plásticos e caixas de coleta de óleo, conforme CONAMA 275/2001. 4 – Buscar empresas que realizem a destinação e tratamento adequado.
Conscientização e Treinamento:	5 - Promover a conscientização, realizando treinamentos com funcionários sobre os procedimentos de armazenamento e o descarte adequados de resíduos.
Registro e Documentação:	6 – Registrar e documentar todas as etapas do gerenciamento de resíduos, incluindo a quantidade e tipo de resíduos gerados, eliminados e destinados, bem como a coleta e o transporte de resíduos, garantindo a rastreabilidade. 7 – Arquivar todos os documentos.
Avaliação e Melhorias Contínuas:	8 - Realizar auditorias regulares para avaliar a conformidade do plano de gerenciamento de resíduos com a legislação aplicável, sempre buscando atualização e adaptação necessária ao plano se necessário. 9 - Buscar constantemente maneiras de reduzir a geração de resíduos e melhorar o manejo, como a reutilização de óleos usados quando possível. * Plano realizado pela equipe da empresa, onde o proprietário pode definir um funcionário ou contratar para realizar auditoria.

Fonte: Autores (2023).

O intuito do plano é atender as necessidades do local que no momento descarta incorretamente todos os resíduos gerados. Para facilitar a separação do resíduo para coleta, utilizaremos inicialmente como base o CONAMA 275/2001, que diz Art.1º "Estabelecer o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva".

Elaboramos um quadro de identificação de resíduos por cores e coletores (Quadro 2), para facilitar a compreensão do empreendedor ao aplicar o sistema de gestão em sua empresa, onde contém o tipo de resíduo gerado, colocamos na tabela resíduos comuns identificados na visita in loco, o tipo de recipiente que deve ser condicionado cada resíduo gerado e sua cor conforme o CONAMA 275/2001.

Quadro 2. Identificação de resíduos por cores de coletores.

Resíduo	Óleo usado, embalagem contaminada, estopa, solventes e produtos de limpeza, lâmpadas etc.	Metal	Plástico	Papel e papelão
Armazenamento Interno	Bombonas impermeáveis, colocada em local coberto, piso impermeável, com bacia de contenção, ou caixas coletoras.	Tonel ou caixas	Caixas coletoras de resíduo comum	Caixas coletoras de resíduo comum
Identificação por cor conforme o CONAMA 275/2001				

Fonte: Autores (2023).

Esse plano pode ser adaptado e expandido se necessário, dependendo das necessidades específicas do empreendimento, que neste trabalho é com foco no empreendimento de pequeno porte, a implementação dessas medidas e estratégias são essenciais para mitigar impactos ambientais, a aplicação em campo não foi possível devido ao curto tempo de desenvolvimento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo concentra-se na avaliação do impacto ambiental gerado pelos resíduos provenientes das atividades de oficinas mecânicas, especialmente aqueles classificados como perigosos. Foi realizado um estudo de *in loco* que identificou aspectos e impactos ocasionados pelas atividades de manutenção de motocicletas em uma oficina específica, bem como a aplicação de um questionário em 25 estabelecimentos em Manaus, visando compreender a gestão de resíduos nesses locais.

Os resultados desta análise destacam que a maioria das oficinas analisadas não realizada destinação de resíduos corretamente, demonstrando uma realidade preocupante, principalmente devido à ausência de práticas de educação ambiental. Foi identificado que a maioria dos estabelecimentos são de porte meio e baixo, e muitos destes locais não possuem nenhum tipo de instrução técnica, uma das razões apontadas foi a falta de conhecimento sobre regulamentações ambientais e os potenciais danos decorrentes da má gestão dos resíduos. Todos esses fatores ressaltam a necessidade crítica de adoção de medidas concretas, e a urgência em implementar estratégias efetivas de gestão de resíduos em oficinas mecânicas.

Assim, foi elaborado um plano de gerenciamento em regulamentações pertinentes, e oferece um caminho viável para mitigar os impactos identificados. Contudo, é importante destacar que a efetividade desse plano depende não apenas da sua elaboração, mas também da adesão e comprometimento dos proprietários e funcionários da oficina, assim como de uma fiscalização eficaz por parte das autoridades competentes. Portanto, há necessidade de uma colaboração entre todos os setores envolvidos para promover não apenas a conformidade regulatória, mas também uma cultura de responsabilidade ambiental.

REFERENCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 10.004 – Resíduos sólidos – Classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente**, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: < https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf >

[2] BARBOSA, F. G. **Regularização Ambiental De Oficina Mecânica Em Ariquemes-RO: Estudo De Caso**, Repositório UNIFAEMA, Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Amabiental e Sanitária, 2021. Disponível em < http://repositorio.faema.edu.br:8000/jspui/handle/123456789/3108>

[3] BRASIL. **Resolução CONAMA nº 362 de 23/06/2005. Dispõe sobre as regras de recolhimento, coleta e destinação final do óleo lubrificante usado ou contaminado**, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: < http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=457>

[4] BRASIL. **Resolução CONAMA nº 275**, de 25 de abril de 2001, 2001. Disponível em: < http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=291>

[5] CALDEIRA, E. C. B.; CALDEIRA, C. A.; SUZA, M. C.; FERREIRA, L. H. B.; CECCONI, P. C. O.; CECCONI, H.; QUEIROGA, A. P.; FONSECA, B. G. **Gestão de resíduos sólidos em oficinas mecânicas e a relação da saúde e segurança no meio ambiente do trabalho. A Educação Ambiental em uma Perspectiva Interdisciplinar**, Capítulo 15, pg. 229-234, Repositório IFPE, 2020. Disponível em: < https://downloads.editoracientifica.org/articles/200800854.pdf>

[6] CARVALHO, A. C. D. **Gestão De Resíduos Sólidos: Estudo De Caso Em Uma Oficina Mecânica Na Cidade De Caçapava Do Sul – RS**, Repositório Institucional da UNIPAMPA, Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, 2019. Disponível em: < http://dspace.unipampa.edu.br:8080/jspui/handle/riu/5813>

[7] COSTA, C. J; LIMA, R. A; SILVA, S. I. S. **Oficinas mecânicas e saneamento básico: cenário de um estudo de caso**. Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar. Mossoró, v. 7, n. 21, 2021. Disponível em: < https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/3087>

[8] FIN, V. **Estimativa da concentração de poluentes ao nível do solo utilizando imagens de satélite**, Repositório Institucional da UFSC, Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Sanitária e Ambiental, 2021. Disponível em: < https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/228086>

[9] GERONIMO, R. M.; GUEDES, A. L. A. **Descarte de Óleo Automotivo: Para Mecânicos e Auto**, Revista Epitaya - 1a Edição, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.47879/ed.ep.2023793>

[10] GERONIMO, B. M. Silva, B. G. S. R.; Sonoda, G. C.; Cardoso, L. B. E. **Proposta de desenvolvimento de um plano de gerenciamento de resíduos em uma oficina mecânica.** Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia - Volume 14, 2023. Disponível em: < 10.36229/978-65-5866-249-5>

[11] LIMA, N. S.; CONCEIÇÃO, C. S.; GIULLATTI, N. M.; RODRIGUES, A. B. M. **Gestão De Resíduos Sólidos E Perigosos Em Oficinas Mecânicas: Um Estudo Comparativo**, VII Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia, Belém/PA, 2018.

[12] LEMOS, V. K. **Estudo da implementação do sistema de gestão ambiental em uma oficina mecânica no munícipio de Rio Verde – GO**. Repositório Instituto Federal Goiano (Campus Rio Verde), 2021. Disponível em < https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1963>

[13] MACHAVA. M. M. **Papel da Educação Ambiental na Gestão dos Resíduos gerados pelas Oficinas Mecânicas: Caso da Auto Reboque & Serviços Ltda**, Repositório UEM Monografias - 2021. Disponível em < http://monografias.uem.mz/handle/123456789/2766>

[14] MENEGOTTO, B. V. **Caracterização E Proposta De Tratamento De Efluentes Gerados Por Mecânicas Automotivas**, Repositório UniPampa, Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Química, 2019. Disponível em: < http://dspace.unipampa.edu.br:8080/jspui/handle/riu/4609>

[15] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: Instrumento de Responsabilidade Socioambiental na Administração Pública**. Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/4923/1/PGRS_ENAP_R2.pdf>

[16] MOTTA, D. F. **Efetividade Na Aplicação De Logística Reversa À Gestão Dos Principais Resíduos Gerados Pelas Oficinas Mecânicas Do Parque Regional De Manutenção/7 Do Exército Brasileiro**, DSpace DECEx, 2021. < http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/10840>

[17] MOTA, L. S; PEREIRA, I. S; CHAVES, F. D. P. **Produção De Resíduos Em Concessionária De Motocicletas Na Prestação De Serviços De Manutenção Em Itaituba-Pará**, Revista Produtividade e Impactos Ambientais na Amazônia Paraense, pág. 64 – 75, 2023. <https://www.itaituba.pa.gov.br/public/admin/globalarq/legislacao/arquivo/856fbd095050362379374 68c8a297383.pdf>

[18] OLIVEIRA, J. L. **Logística Reversa Do Óleo Lubrificante: Um Estudo Sobre A Atuação Dos Postos Especializados Em Troca De Óleo Na Região De Jundiaí/SP**, Repositório Institucional do Conhecimento - RIC-CPS, 2019. Disponível em: < http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/6064>

[19] STEIN, T. P. **A Evolução No Licenciamento Ambiental Da Atividade De Oficinas Mecanicas Na Comarca De Frederico Westphalen/Rs No Periodo De 2018 A 2022**, Manancial - Repositório Digital da UFSM, RS, 2022. Disponível em < http://repositorio.ufsm.br/handle/1/28087>

[20] TEIXEIRA, W. **Frota nacional de motos cresce mais de 90% em 10 anos. 2 Minutos de Leitura**. Revista Motociclismo Online, 2020. Disponível em: < https://motociclismoonline.com.br/especiais/frota-nacional-de-motos-cresce-mais-de-90-em-10-anos/#:~:text=A%20frota%20nacional%20de%20motos,Bicicletas%20e%20Similares%20(Abraciclo).>

[21] ABRACICLO, **Produção de motocicletas registra o melhor acumulado até julho desde 2015, 2022**. Disponível em: < https://www.abraciclo.com.br/site/press-releases-2022/2022/producao-de-motocicletas-registra-o-melhor-acumulado-ate-julho-desde-2015/#:~:text="No%20acumulado%20do%20ano%20foram,a%20produção%20totalizou%20799.990%20motocicletas.>

[22] SARMENTO, L. C. E., et al. **Plano De Gerenciamento De Resíduos Sólidos - PGRS**, Plano De Gerenciamento De Resíduos Sólidos – PGRS, Seropedica - RJ, 2019. Disponível em: < https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio ambiente/manuais/manual_residuos_solidos.pdf>

[23] PEREIRA, J. A.; CHUQUEL, M. PREVEDELLO, J. **Proposta De Adequação Ambiental Para Uma Oficina Mecânica No Município De São Lourenço Do Sul-RS**, Instituto Venturi, v. 11 n. 11 (2020): Anais do 11º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 2020. Disponível em: < https://institutoventuri.org/ojs/index.php/FIRS/article/view/27/20>

Capítulo 16

Implantação do sistema de gerenciamento de resíduos em um shopping na cidade de Manaus/AM

Rayan Antony Tavares da Costa
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Diariamente no Brasil são geradas grandes quantidades de resíduos, é importante buscar por técnicas que destinem esses resíduos corretamente. Este artigo tem como objetivo analisar a geração de resíduos em shopping de grande porte na cidade de Manaus no período de 2022 a 2023, definindo as suas características e principais fontes geradoras, analisando a implantação do programa minha coleta e programa aterro zero no sistema de gestão do shopping. O estudo aborda a coleta, segregação e destinação ambientalmente adequada de 11 tipos de resíduos gerados no local, que é realizada por empresas terceirizadas e cooperativas. Os resultados destacam a eficácia do sistema de gerenciamento que tem 100% do seu resíduo destinado para reciclagem e incineração, é nenhuma parcela é encaminhada ao aterro, além disso desde a implantação do sistema demonstrou queda ao longo dos 18 meses analisados, a equipe ambiental desempenha um papel vital, conduzindo ações de conscientização e fornecendo orientações em estabelecimentos, resultando na adesão crescente ao programa. Podemos verificar que boas práticas na gestão de resíduos, contribuem para a preservação do meio ambiente e promovem a conscientização ambiental em ambientes comerciais.

Palavra-chave: Resíduos, aterro zero, sistema de gestão.

1. INTRODUÇÃO

A busca por ofertas e serviços é extremamente grande atualmente, os shopping centers são empreendimentos comerciais que oferecem diversos serviços com uma variação de lojas e diversas mercadorias. Segundo, Mendonça *et al.,* (2019), esses centros comerciais estão disponíveis em locais de fácil acesso em diversos pontos da cidade, possuem demanda e fluxo de pessoas oferecendo áreas destinadas a encontros e lazer (Lima, 2020), tendo como principal finalidade a movimentação de capital, segundo dados da Associação Brasileira de Shoppings – ABRASCE (2023), há 628 shoppings no Brasil atualmente.

Esse mercado dita tendencias, um ato que vem modificando o comportamento da sociedade, gerando um círculo vicioso que incentiva a compra constante, levando ao consumismo, Deweik (2021) coloca ainda que esse mercado influencia a sociedade a acreditar que mais é sempre melhor. "Junto com a elevada produção e compra, cresce também a geração de resíduos pós-consumo, que na maioria das vezes é descartado erroneamente no meio ambiente e em centros urbanos, gerando grandes impactos ambientais." (ARAUJO, *et. al.,* 2022)

A implantação de um sistema de gestação ambiental e gerenciamento de resíduos nestes estabelecimentos é fundamental para uma destinação ambientalmente adequada, Caldas (2018) define a gestão de resíduos sólidos como um processo de planejar, buscar alternativas de organizar, controlar e supervisionar os procedimentos do gerenciamento de resíduos do empreendimento, e para o gerenciamento de resíduos refere-se ao conjunto de processos operacionais que engloba a implementação, explicação, sistematização e avaliação dos procedimentos estabelecidos na gestão, Wawrzyniak et al., (2019) coloca que a implantação do sistema de gestão é uma vantagem de mercado, com ganho de imagem para o empreendimento e reduções de perdas ao lojista.

Viana e Franco (2021), mostram que a implementação de uma gestão de gestão de resíduos é uma das ferramentas mais eficientes para mitigar impactos e manejar os resíduos corretamente. Os autores citam que conforme a Lei nº. 12.305 referente a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, grandes empreendimentos são obrigados a elaborarem um Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) destinando corretamente cada resíduo gerado no local. Ao mesmo tempo, Aguiar (2020) evidência em seu trabalho que o PGRS oferece melhor desempenho na redução de custos, devido a implementação de sistemas como a logística reversa. Enquanto para Maiello *et al.,* (2018) a recusa ao uso do PGRS ou implantação de programas para destinação de resíduos podem trazer sanções cabíveis com órgãos competentes, como penalidades e multas.

A maioria dos *shoppings* no Brasil classificam os resíduos gerados como, resíduos comum e os destinam diretamente à aterros sanitários, porém, conforme Jesus *et al.,* (2020) diversos shoppings tem buscado forma diferentes para implantar gestões inteligentes, como o *Shopping* Eldorado de São Paulo, que promove o gerenciamento de resíduos orgânicos para geração de composto natural. Ainda, Neto e Façanha (2020) mencionam o que a implantação de práticas mais sustentáveis no *Shopping* RioMar em Fortaleza otimizaram as operações e ajudaram a reduzir o consumo de resíduos, água e energia no local, expondo a eficiência da implantação de eficiente sistema de gestão.

A cidade de Manaus/AM conta atualmente com mais de 20 empreendimentos desse segmento de grande e médio porte. De acordo Rodrigues *et al.,* (2023), a cidade deposita mais de um milhão de toneladas de RSU por ano, em uma área de 66 hectares que tem vida útil até o final de 2024. Propor e instalar um sistema de gestão nesses

empreendimentos será fundamental para a diminuição de RSU no aterro da cidade. Muitas empresas têm adotado sistemas como Resíduo Zero, ou Aterro Zero "uma estratégia que faz parte de uma iniciativa global visando repensar, reutilizar, reduzir e reciclar qualquer resíduo sólido produzido por qualquer agente, o que se entende como uma necessidade inadiável no sistema de consumo contemporâneo" (COSTELLA, 2020). Igualmente, para Neto *et al.,* (2020) a sustentabilidade empresarial como uma necessidade das organizações atualmente para equilibrar o sucesso econômico com questões ambientais, garantindo um modelo eficiente de gestão ambiental.

Baseado no exposto acima, este artigo tem como objetivo geral análise a geração de resíduos em um shopping de grande porte na cidade de Manaus no período de 2022 a 2023. E para isso buscou, definir a características dos resíduos e suas principais fontes geradoras; identificar os períodos de maior geração de resíduos do shopping; analisar a implantação do programa minha coleta e programa aterro zero no sistema de gestão de resíduos do shopping, demonstrando com os dados analisados a eficiência da implantação do sistema.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este artigo foi desenvolvido a partir da implantação de um programa de Gestão de Resíduos em um *Shopping Center* localizado na centro-sul da cidade de Manaus/AM. O *Shopping* estudado recebe cerca de 80 mil pessoas por dia, o que mostra o forte potencial na produção de resíduos diariamente. O nome do empreendimento não será mencionado, pois foi solicitado sigilo da empresa. Para auxiliar na construção deste trabalho foi utilizado o google acadêmico, como buscador de artigos e Excel para a construção dos gráficos.

A pesquisa de natureza quantitativa, baseia-se no acompanhamento da coleta de dados da geração de resíduos ao longo de 18 meses que procedeu ao longo do estágio realizado no local, a mensuração do resíduo gerado é feita mensalmente por empresas terceirizadas, eles foram separados como orgânicos, rejeitos, entulho, papelão, plástico, metal, isopor, vidro, óleo vegetal, papel e lâmpadas, ao total 11 resíduos são coletados e destinados. A coleta dos resíduos apresentados foi realizado por 11 empresas terceirizadas e cooperativas, onde foram recolhidos de acordo a necessidade e característica de retirada de cada resíduo, por exemplo, os resíduos orgânicos são recolhidos toda madrugada, já os resíduos como papel e papelão são recolhidos uma vez por semana, as empresas encaminham mensalmente um relatório que descreve a quantidade de resíduo coletado em quilograma e a destinação final, assim foi possível identificar os períodos de maior geração de resíduos.

A coleta de informações em campo foi realizada por meio do acompanhamento diário da equipe de meio ambiente, que supervisionou todo o processo de segregação de resíduos, implantando diversos programas no sistema de gestão do *Shopping*, como o programa "Minha Coleta", que garante a coleta seletiva, gestão de resíduos e logística reversa, sendo adicionado ao sistema de gestão da empresa integralmente em 2023, além disso, o programa Aterro Zero que visa a destinação adequada e sustentável de todos os resíduos.

Adicionalmente, foram realizadas orientações de educação ambiental e vistoria nas lojas que fazem parte do empreendimento, com foco em educar e conscientizar os funcionários, lojistas e visitantes do *Shopping* sobre a importância do gerenciamento de

resíduos e como participar de forma adequada, a equipe de ambiental acompanha regularmente e realiza relatórios das atividades realizadas.

3. RESULTADOS

O shopping apresentado possui 270 lojas com diversos serviços disponíveis, ocasionando grande fluxo de visitantes, e assim gerando uma quantidade significativa de resíduos, toda essa demanda destaca a necessidade crucial de implementar um sistema de gerenciamento eficiente e promover a conscientização ambiental com lojistas e visitantes do shopping.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS E SUAS PRINCIPAIS FONTES GERADORAS

Os resíduos quantificados neste trabalho coletados através de empresas prestadoras de serviços e cooperativas que realizam a segregação, pesagem e destinação, sendo eles classificados como orgânicos, rejeitos, entulho, papelão, plástico, metal, isopor, vidro, óleo vegetal, papel e lâmpadas. Onde uma parte deles é encaminhado para reciclagem e os demais encaminhados a carbonização, tendo a destinação de resíduos 100% controlada e não encaminhada para o aterro sanitário da cidade, conforme apresentado no Quadro 1.

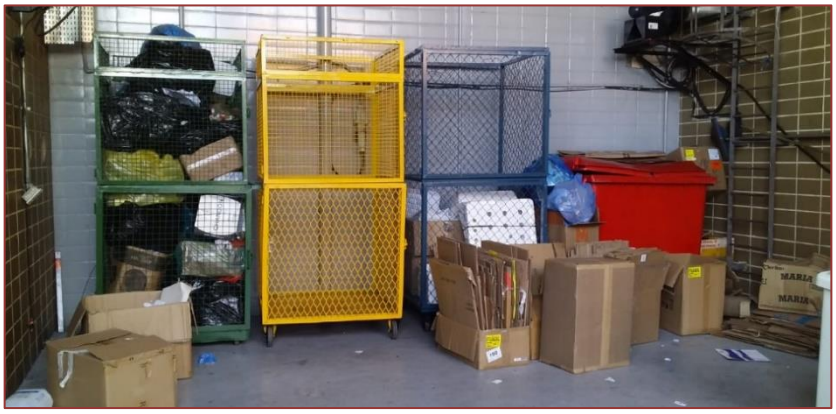
Quadro 1: Resíduos, fonte geradora e recolhimento

Tipo de Resíduo	Característica	Fontes Geradoras	Recolhimento e destinação
Orgânicos	Resto de alimentos	Praça de Alimentação e lojas	Recolhido em bombonas de 200 L diariamente, encaminhados a suinocultura como ração animal
Rejeitos	Papel higiênico, fralda, absorvente feminino, etc.	Banheiros, lixeiras comuns lojas	Compactados e retirados entre 3 a 4 dias, e encaminhados a carbonização
Entulho	Madeira, resíduos de obras (concreto, entulho, etc.), varrição e jardinagem (poda e capina)	Reformas do shopping e lojas, limpeza de jardins	Retirados semanalmente (caçambas de 5m³) e encaminhados a carbonização
Papelão	Embalagens de reposição de produtos	Lojas, praça de alimentação e eventos	Coletados em gaiolas coletoras e recolhidos semanalmente - Fardos de recicláveis - 1,5 m³, encaminhados para cooperativas recicladoras
Plástico	Embalagens de reposição de produtos	Lojas, praça de alimentação e eventos	Coletados em gaiolas coletoras - recolhidos semanalmente, encaminhados para cooperativas recicladoras
Metal	Resíduo de obras, latinhas de alumínio.	Áreas do shopping, praça de alimentação e lojas	Retirados semanalmente coletados em gaiolas, encaminhados para reciclagem
Isopor	Embalagens de reposição de produtos	Lojas, praça de alimentação e eventos do shopping	Recolhidos semanalmente, gaiolas coletoras, encaminhados para cooperativas recicladoras
Vidro	Garrafas, embalagens e lâmpadas	Áreas do shopping, praça de alimentação, lojas e eventos	Recolhido em bombonas de 200 L quando cheia, encaminhados a reciclagem
Óleo Vegetal	Resíduo de óleo decorrente de preparação de alimentos	Praça de Alimentação	Recolhido em bombonas de 50 L semanalmente, e encaminhado para reciclagem
Papel	Papel	Áreas administrativas e lojas em geral	Fardos de recicláveis - 1,5 m³ recolhidos semanalmente, e encaminhados para cooperativas recicladoras
Lâmpadas	Lâmpadas, lâmpadas fluorescentes de vapor de mercúrio inservíveis	Áreas do shopping e lojas	Recolhidos quando necessário destinados a carbonização.

Fonte: Autores (2023).

A Figura 1, expõe onde os resíduos como embalagens, metal e papelão, são colocados para condicionar e organizar os materiais facilitando na hora da destinação as empresas terceirizadas, garantindo a segurança ambiental e a conformidade com regulamentos.

Figura 1: Gaiola de armazenamento.



Fonte: Autores (2023).

3.2. PERÍODOS DE GERAÇÃO DOS RESÍDUOS NO SHOPPING

Com o diagnostico apresentado, foram analisados o recolhimento e a destinação desses resíduos durante o período de 18 meses, de janeiro de 2022 até junho de 2023. A pesagem foi supervisionada a fim de obter maior controle da quantidade de resíduo gerado, podendo assim, verificar os períodos de maior e menor geração. A Tabela 1 mostra que os resíduos gerados no ano de 2022, analisando o ano de 2022, fevereiro teve período de maior geração sendo de 204.046 Kg e dezembro teve o de menor geração 156.112 Kg, considerando que os dois meses apresentam algumas peculiaridades como feriados prolongados e festividades o que gera maior visitação ao shopping, dezembro demonstrou um ótimo parâmetro de redução dos resíduos devido as festas de final de ano que ocasiona grande fluxo de pessoas ao local.

Tabela 1: Geração de resíduos ao longo do ano de 2022.

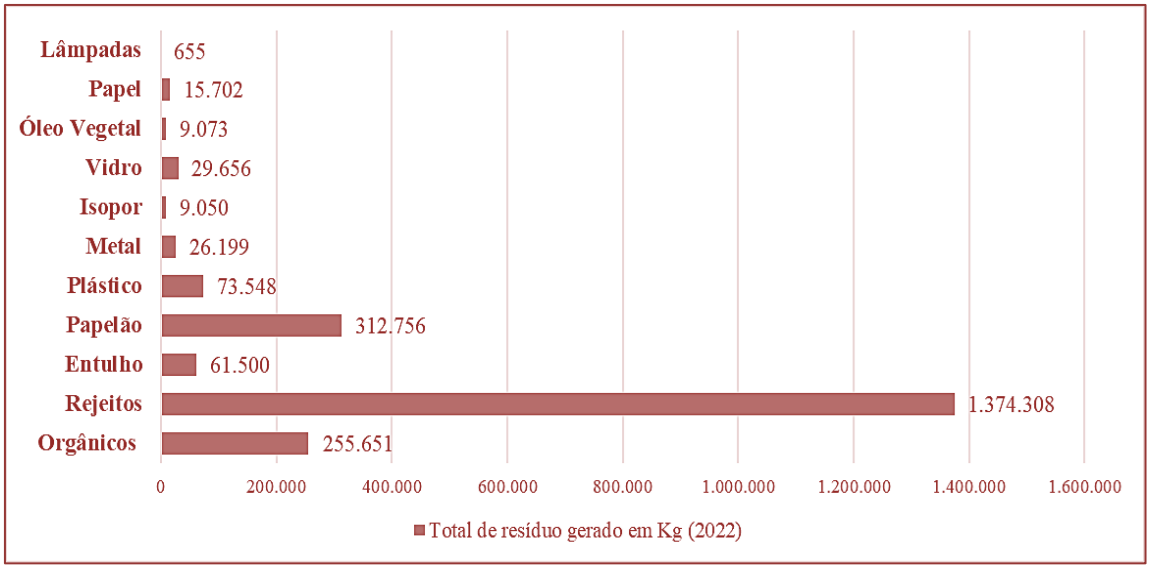
Ano	Mês	Orgânicos	Rejeitos	Entulho	Papelão	Plástico	Metal	Isopor	Vidro	Óleo Vegetal	Papel	Lâmpadas	Total/Mês
2022	Jan	11.210	153.220	3.000	21.830	4.710	2.355	785	1.550	405			199.065
2022	Fev	11.586	154.128	7.500	22.212	4.342	1.478	750	1.560	490			204.046
2022	Mar	9.589	132.452	3.000	20.180	3.900	1.000	500	1.680	450			172.751
2022	Abr	15.476	128.112	3.000	24.289	4.000	1.670	660	1.800	410			179.417
2022	Mai	15.790	126.612	3.000	24.689	4.700	1.730	520	1.985	1.160			180.186
2022	Jun	14.210	129.230	7.500	22.860	3.610	1.035	460	1.385	1.080			181.370
2022	Jul	16.150	127.010	1.500	25.080	3.697	1.299	445	2.019	918			178.118
2022	Ago	19.820	120.208	7.500	24.890	3.880	1.360	700	2.170	800		80	181.328
2022	Set	29.160	101.206	4.500	25.256	6.589	1.856	948	2.813	810		91	173.138
2022	Out	29.800	97.950	6.000	25.910	6.500	1.890	900	2.890	780		120	172.620
2022	Nov	40.680	58.210	15.000	32.780	13.600	6.500	1.100	4.840	880	7.800	180	173.590
2022	Dez	42.180	45.970		42.780	14.020	4.026	1.282	4.964	890	7.902	184	156.112
	Total	**255.651**	**1.374.308**	**61.500**	**312.756**	**73.548**	**26.199**	**9.050**	**29.656**	**9.073**	**15.702**	**655**	**2.151.741**

Fonte: Autores (2023).

Por meio da Tabela 1 e do Gráfico 1, podemos identificar que o rejeito é o resíduo que apresenta maior geração (1.374.308 Kg), é quatro vezes a maior que o resíduo de papelão (312.756 Kg), o resíduo é decorrente de banheiros, lojas e lixeiras da praça de alimentação, identificados principalmente como papel higiênico, fraldas descartáveis, absorvente feminino, papel toalha, guardanapos, etc., foram contabilizados mais de 10 banheiros no shopping incluído os da loja e de acesso aos funcionários, que recebem cerca de 2 mil pessoas por hora para utilização, dados contabilizados para dias sem feriados, todo esse resíduo antes de ser recolhido é compactado, pesado e encaminhado para a carbonização.

Em análise podemos identificar os períodos mensais de maior geração de cada resíduo, orgânicos, papelão, plástico, isopor metal e vidro obtiveram maior registro nos meses de novembro e dezembro, devido aos feriados estabelecidos e reposição de material, a busca por presentes impulsionou o aumento nos números.

Gráfico 1: Geração anual de cada resíduo em kg durante o ano de 2022.



Fonte: Autores (2023).

Para o ano de 2023, conforme Tabela 2 e Gráfico 2, podemos verificar que a geração de resíduos orgânicos se comparado a 2022 foi cerca de 4 vezes maior, na geração de rejeitos houve uma drástica redução se comparado a todos os meses de 2022 que sempre estavam acima de 100.000 kg de resíduo gerado, o entulho só houve geração no primeiro mês, já a geração de papelão, plástico, metal, isopor, óleo vegetal, papel e lâmpadas houve um aumento significativo, podemos considerar esse aumento é decorrente de que 2023 foi o primeiro ano sem o lockdown da pandemia da Covid-19.

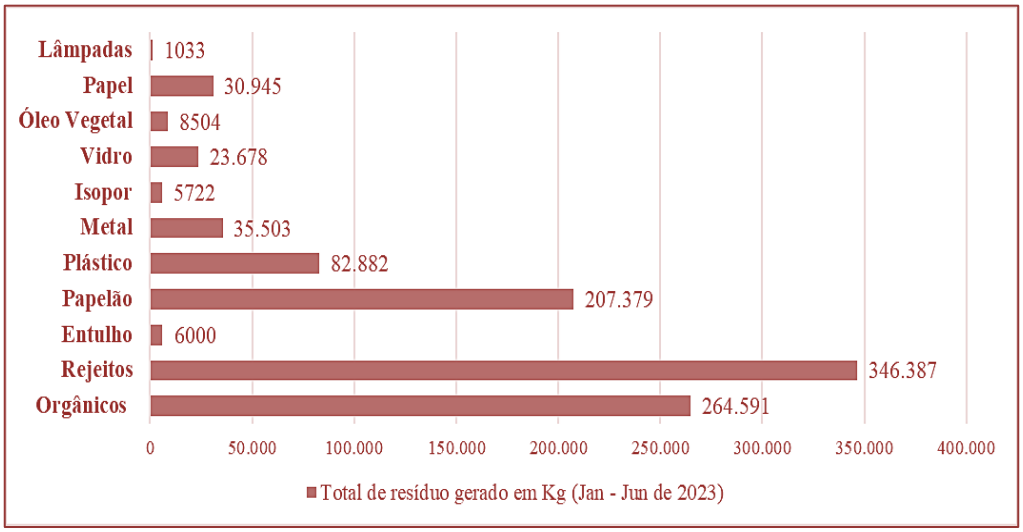
Tabela 2: Geração de resíduos ao longo do ano de 2023.

Ano	Mês	Orgânicos	Rejeitos	Entulho	Papelão	Plástico	Metal	Isopor	Vidro	Óleo Vegetal	Papel	Lâmpadas	Total/Mês
2023	Jan	43.592	49.090	6.000	42.987	14.520	4.446	1.364	4.989	1.685	7.705	182	168.673
2023	Fev	43.592	43.950		45.295	19.050	9.312	1.318	5.116	1.873	8.793	175	169.506
2023	Mar	45.146	51.851		37.054	14.150	5.010	757	4.297	1.984	5.496	180	160.249
2023	Abr	41.675	54.784		33.648	13.984	6.876	726	3.492	1.125	4.267	176	156.310
2023	Mai	44.163	86.452		23.530	8.749	3.612	572	1.991	940	1.423	163	170.009
2023	Jun	46.423	60.260		24.865	12.429	6.247	985	3.793	897	3.261	157	155.899
2023	Jul												0
2023	Ago												0
2023	Set												0
2023	Out												0
2023	Nov												0
2023	Dez												0
	Total	**264.591**	**346.387**	**6.000**	**207.379**	**82.882**	**35.503**	**5.722**	**23.678**	**8.504**	**30.945**	**1.033**	**980.646**

Fonte: Autores (2023).

Apesar da redução em comparação ao ano de 2022, o rejeito foi o resíduo mais gerado até junho de 2023, seguido pelo resíduo orgânico e papelão. Notou-se uma redução de 12% na geração total de resíduos se comparado aos seis primeiros meses do ano de 2022, demonstrando assim, a eficiência da implantação do sistema de gerenciamento de resíduos.

Gráfico 2: Geração anual de cada resíduo em kg durante o ano de 2022.

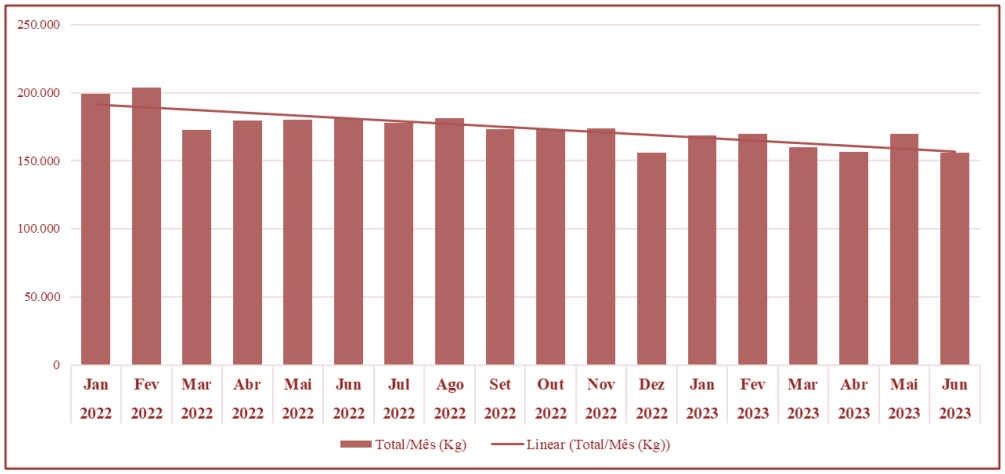


Fonte: Autores (2023).

Analisando as Tabelas 1 e 2, verificamos que o resíduo que apresenta menor geração durante 2022 e 2023 foram as lâmpadas, que conforme os relatórios só houve troca/retirada a partir de agosto de 2022, totalizando nesse ano 655 lâmpadas e em 2023 de janeiro a junho foram 1033 lâmpadas trocadas, apesar de menor geração é um resíduo bastante perigoso que contêm pequenas quantidades de mercúrio, um elemento químico altamente tóxico, o shopping destina esse resíduo para carbonização, uma técnica que envolve a queima controlada desses materiais a altas temperaturas.

Ao analisarmos o Gráfico 3 é possível verificar a minimização dos resíduos gerados ao longo dos anos de 2022 e 2023 expostos na tabela em quilograma, linha de tendência demonstra uma diminuição gradativa na geração de resíduos.

Gráfico 3: Geração de resíduos no shopping durante 18 meses.



Fonte: Autores (2023).

3.3. SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DO SHOPPING

O sistema de gerenciamento de resíduos implementado continua atuando em todo o *Shopping*, buscando reduzir ao máximo a quantidade de resíduos gerados, além de conscientizar funcionários e lojistas, através de treinamentos e orientações ambientais. A Figura 2 mostra o registro de um dos treinamentos regulares realizados com a equipe de colaboradores do *Shopping*. A implantação dos programas minha coleta e aterro zero no sistema de gerenciamento de resíduos do *Shopping* tem mostrado uma grande eficiência na redução de resíduos desde sua implantação, que ocorreu no segundo semestre de 2022.

Figura 2: Treinamento realizado com funcionários de lojas do *Shopping*.

Fonte: Autores (2023).

O programa minha coleta é uma plataforma tecnológica inovadora que integra de forma democrática e rastreável a cadeia de coleta seletiva e logística reversa, nela o shopping registra a quantidade de resíduo gerado, que então são separados e o volume a ser recolhido é informado no *site*, que é levado por operadores parceiros do programa (cooperativas recicladoras), que certificada e destina corretamente o resíduo coletado.

Junto ao sistema de aterro zero que foca na redução significativa ou eliminação completa da disposição de resíduos em aterros sanitários, o *Shopping* busca minimizar o impacto ambiental e maximizar a reutilização, reciclagem e recuperação de materiais. Os resultados dos relatórios ambientais e acompanhamento dos percentuais de resíduos demonstraram que 100% dos resíduos gerados no *Shopping* não são destinados ao aterro da cidade de Manaus, 60% dos resíduos são encaminhados as cooperativas e empresa de reciclagem e 40% são encaminhados para o processo de carbonização.

A equipe ambiental realiza mensalmente visitas *in loco* em cada estabelecimento do *Shopping*, totalizando em torno de 110 a 150 orientações mensais. Durante as visitas é abordado a segregação dos resíduos dentro das lojas, são entregues cartilhas de educação ambiental e informativo com os procedimentos de descarte dos resíduos, realizando também vistoria nos estabelecimentos para averiguar a adesão ao programa, se na vistoria for identificado irregularidades, como descarte incorreto, o estabelecimento é notificado. A notificação tem A finalidade informar aos responsáveis dos estabelecimentos que eles não estão cumprindo as normas de descarte e, a partir disso, orientá-los ao descarte correto.

Por meio dos dados da reciclagem dos resíduos de alumínio e plástico, foi possível verificar que o *Shopping* deixa de emitir 50.689 toneladas de CO_2 para a atmosfera mensalmente. Estima-se que mais de 90 toneladas de resíduos como papelão, papel, plástico, isopor, alumínio de latas, vidro, resíduos orgânicos e óleo vegetal são reciclados mensalmente, os resíduos como rejeitos e lâmpadas encaminhados para carbonização. É demonstrando assim a eficiência do sistema de gerenciamento de resíduo junto aos programas implantados para redução de resíduos, onde 100% do mesmo é destinado corretamente e nenhum resíduo é encaminhado ao aterro.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado demonstrou o quão é importante a implantação de um sistema de gestão de resíduos em empreendimentos de grande porte, pelos dados apresentados podemos ver que a quantidade de resíduos gerados é absurdamente grande. O sistema de gerenciamento de resíduos do shopping demonstrou ser eficiente na redução de geração de resíduos, principalmente de rejeitos, e na conscientização de funcionários e lojistas. A implantação dos programas "Minha Coleta" e "Aterro Zero" contribuiu significativamente para essa melhoria, onde 100% dos resíduos são ambientalmente destinados corretamente e nenhuma parcela é encaminhada ao aterro.

A equipe ambiental do shopping desempenhou um papel fundamental na conscientização e orientação sobre o descarte adequado dos resíduos, realizando visitas regulares aos estabelecimentos e fornecendo informações e diretrizes. As ações de educação ambiental, juntamente com as inspeções nos estabelecimentos, contribuíram para a adesão ao programa de gerenciamento de resíduos. Em resumo, a implementação do sistema de gestão de resíduos no shopping demonstrou ser eficaz, essa iniciativa

contribui para a preservação do meio ambiente e serve como um exemplo positivo de boas práticas na gestão de resíduos em ambientes comerciais.

REFERENCIAS

[1] ARAUJO, A. R. R; GUIMARÃES, B.; BARBOSA, C. S.; COSTA, C. E. A. S.; SOUSA, L. A. S. **Logística reversa: óleo residual de fritura, uma proposta para os restaurantes da praça da alimentação do shopping Boulevard**, Belém-Pará, Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, v.5, n.2, p. 1517-1531, abr./jun., 2022. Disponível em: < https://doi.org/10.34188/bjaerv5n2-006>

[2] AGUIAR, A. C**. Indicadores para o Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Empreendimentos Varejistas da região metropolitana do Recife - PE (BRASIL),** 2020. 168 f Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Disponível em: < http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/9131>

[3] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004** – Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro. 2004. Disponível em: < https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>

[4] ABRASCE - **Associação Brasileira De Shoppings**, 2023. Disponível em < https://abrasce.com.br>

[5] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 02 de agosto de 2010.

[6] CALDAS, V. C. **Gestão De Resíduos Sólidos - Estudo De Caso De Shopping Center**, IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental São Bernardo do Campo/SP – 26 a 29/11/2018, IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, Fortaleza, 2018. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>

[7] COSTELLA, M. M.; GAIO, R.; TREMEA, G. A.; GRANDO, F. S.; MELO, J. M.M.; DALCANTON, F.; ONOFRE, S. B. **Proposta De Implementação Para Gestão Dos Resíduos Sólidos Para Unochapecó Lixo Zero. Desafios da educação brasileira: impactos e perspectivas**, Revista Acta Ambiental Catarinense, Vol. 17, N. 01, pg. 158 a 171, 2020. Disponível em: <10.37423/200200287>

[8] JESUS, M. A. N.; SILVA, J. B.; GATTAMORTA, M. A. Gestão De Resíduos Sólidos Em Empreendimentos Comerciais Urbanos E Potencialidade De Uso Energético. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 9, n. 4, p. 464-483, out/dez, 2020. Disponível em: < https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e42020464-483>

[9] LIMA, M. F. R. **Proposta De Modelo De Gestão Da Sustentabilidade Com Base Nos Ods: Um Estudo No Mercado De Shopping Center**, R. Gestão & Sustentabilidade Ambiental., Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 934-946, Jul/set. 2020. Disponível em: < https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e32020934-946>

[10] MAIELLO, A.; BRITO, A. L. N. P.; VALLE, T. F. **Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Revista de Administração Pública, v.52, n.2, p. 24-51, 2018. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/0034-7612155117>

[11] MENDONÇA, A. S; NUNES, V. G. A; PEREIRA, J. A. **Shopping Centers: Análise das práticas de sustentabilidade aliadas ao bem-estar dos usuários**, **VII ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto –** UFSC – Florianópolis –Maio de 2019. Disponível em: < https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/244513>

[12] MINHA COLETA, Plataforma tecnológica sobre cadeia da coleta seletiva e logística reversa. 2023.< https://www.minhacoleta.com/>

[13] NETO, I. F; FAÇANHA, J. C. R. F; NOVAES, I. R. M. **Práticas sustentáveis no shopping RioMar em Fortaleza/CE**, Brazilian Journal of Business, Curitiba, v. 2, n. 4, p. 3693-3709 out. /dez. 2020. Disponível em: < http://engemausp.submissao.com.br/20/arquivos/136.pdf>

[14] RODRIGUES, A; et. al. **Análise Da Composição Gravimétrica Dos Resíduos Sólidos Urbanos Da Cidade De Manaus - Am. Revista Foco (Revista De Estudos Interdisciplinares).** Revista Foco, V. 16 Edição 6, pág. 1-27. 27h, 2023. Disponível em:< https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n6-068>

[15] VIANA, J. F. S.; FRANCO, E. A. P. **Gerenciamento De Resíduos Sólidos Em Um Shopping Center**

Da Capital Do Piauí. IX Simpósio De Engenharia De Produção, Pernambuco – 03 a 05 de setembro de 2021, 2021. Disponível em: < https://doi.org/10.14393/ufu.di.2011.173>

[16] WAWRZYNIAK, S. I; CANCELIER, A.; MENDES, M. L.; SANTOS, M. M. **Sustentabilidade Corporativa em Shopping Center: agregação de valor por meio da gestão de resíduos**, ESIC Internacional, 2019. Disponível em:< https://esic.br/arquivos/repositorio/2017-2/SUSTENTABILIDADE%20CORPORATIVA%20TCC2%20MPEA%202017-2.pdf>

Capítulo 17

Análise do uso do solo e sua relação com as queimadas nas cidades de Manaus/AM e Iranduba

Carolina Augusta Felix de Senna
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: A análise do uso do solo e sua relação com as queimadas na cidade de Manaus e Iranduba é de extrema importância para compreender os fatores que contribuem para o aumento das queimadas e seus impactos no ambiente. A região amazônica é conhecida por sua biodiversidade e importância global para a regulação climática, mas também enfrenta desafios significativos relacionados à degradação ambiental. O uso inadequado do solo, como desmatamento para agricultura, pecuária e expansão urbana, tem sido associado ao aumento das queimadas na Amazônia. A prática de queimadas, quando realizada de maneira inadequada, pode levar a uma degradação das bacias hidrográficas. Isso resulta em riscos tanto para a quantidade quanto para a qualidade da água nessas bacias, além de causar impactos negativos no solo. As queimadas na Amazônia têm várias implicações ambientais importantes: mudanças climáticas, perda da biodiversidade, saúde humana e animal, alterações no ecossistema e impacto na hidrografia. Portanto, é fundamental implementar políticas de conservação e uso sustentável do solo, promover práticas agrícolas e pecuárias sustentáveis, bem como o planejamento urbano responsável. Além disso, investir em educação ambiental e conscientização da população sobre os impactos das queimadas e do desmatamento é essencial para promover uma abordagem mais sustentável e preservar a rica biodiversidade da região. O vigente trabalho busca abordar e analisar os focos de incêndio causados nas áreas de Manaus e Iranduba durante os anos de 2008 a 2022 utilizando o sistema de coordenadas geográficas Datum SIRGAS 2000.

Palavras-chaves: Uso do solo, queimadas, impactos ambientais, focos de calor.

1. INTRODUÇÃO

As práticas de queimadas são frequentes no Brasil e são utilizadas para diversos propósitos, incluindo atividades agropecuárias, renovação de matéria seca acumulada e na preparação do corte manual em plantações de cana-de-açúcar (MUNHOZ, 2019). A colheita pelo método tradicional ocorre através da queima do canavial para eliminar as folhas secas e verdes consideradas descartáveis previamente ao corte, que ocorre manualmente. A Lei n.º 4.171, de 27 de março de 2015 diz a respeito de proibição de queimadas. Para Cajado e Nunes (2023), essas queimadas podem ser controladas, quando elas são autorizadas pelo órgão ambiental, usada como técnica de manejo de atividades agropastoris, florestais e pesquisa, enquanto as não autorizadas, são aquelas denominadas por incêndios florestais (MORELLO *et al.,* 2017).

Na cidade de Manaus e arredores, a urbanização crescente muitas vezes resulta em um processo de expansão desordenada, levando à destruição de áreas florestais e de vegetação nativa para dar lugar a construções. (SILVESTRIM *et al.,* 2021). Esse fenômeno pode aumentar a incidência de queimadas, especialmente em épocas de clima mais seco. Também a vegetação desempenha um papel crucial como indicador de qualidade ambiental, interagindo com outros indicadores como a qualidade da água, do ar, dos solos, da fauna e do clima. (FORNAZIEIRO, 2020). Ela é essencial para o equilíbrio ambiental, contribuindo não apenas para atender às necessidades imediatas, também para promover a melhoria da qualidade de vida em regiões mais impactadas (XAVIER, 2019).

Além dos benefícios diretos ao meio ambiente, a vegetação impacta positivamente na qualidade de vida das sociedades humanas. As cidades com grandes áreas verdes proporcionam espaços mais agradáveis, protegem contra o estresse e favorecem o bem-estar emocional. (GIGANTE, 2021). Portanto, a supervisão e a conservação da vegetação em ambientes urbanos são essenciais não apenas para a saúde do meio ambiente, mas também para a qualidade de vida da população (Lidar, 2015).

Essas queimadas na região amazônica têm consequências ambientais significativas, liberando grandes quantidades de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa na atmosfera, contribuindo para as mudanças climáticas globais (LIMA *et al.,* 2020). Além disso, a fumaça das queimadas pode causar problemas respiratórios em seres humanos e afetar a saúde da fauna local.

E os efeitos das queimadas não se limitam apenas às regiões diretamente afetadas pelo fogo (MAIA, 2022). De acordo com Antunes (2018) as consequências podem se estender a áreas próximas, onde solos mais propensos à erosão são levados para os sistemas de drenagem, resultando no assoreamento dos canais. Portanto para lidar com essa questão, é crucial implementar políticas de conservação e uso sustentável do solo, promovendo práticas agrícolas e pecuárias sustentáveis, assim como o planejamento urbano responsável (CUNHA *et al.,* 2021).

Além disso, investir em educação ambiental e conscientização da população sobre os impactos das queimadas e do desmatamento é essencial para promover uma abordagem mais sustentável e preservar a rica biodiversidade da região (SARZEDAS *et al.,* 2021). Está disseminação e a persistência do fogo estão ligadas à presença de combustível, que é constituído pela biomassa. Além das características e quantidade da biomassa, que influenciam a sustentação e a propagação do fogo, as condições climáticas locais e o padrão do fogo também desempenham um papel facilitador na ocorrência de incêndios (DE MELO, 2017).

Pois alega-se que a utilização inadequada do solo, através da prática de queimadas, é um dos elementos que pode conduzir as bacias hidrográficas a um processo de degradação, resultando em ameaças tanto à quantidade quanto à qualidade da água nessas bacias, além de impactos no solo (TAVARES, 2020).

Esse trabalho foi gerado com o propósito de explorar o uso do solo em determinadas áreas de Manaus e Iranduba e a sua relação com as queimadas por intermédio da observação visual dos focos de queimadas tendo em vista que depois da queimada acontece mudanças nesse ambiente, ocorrendo o volume da densidade do solo na camada superficial.

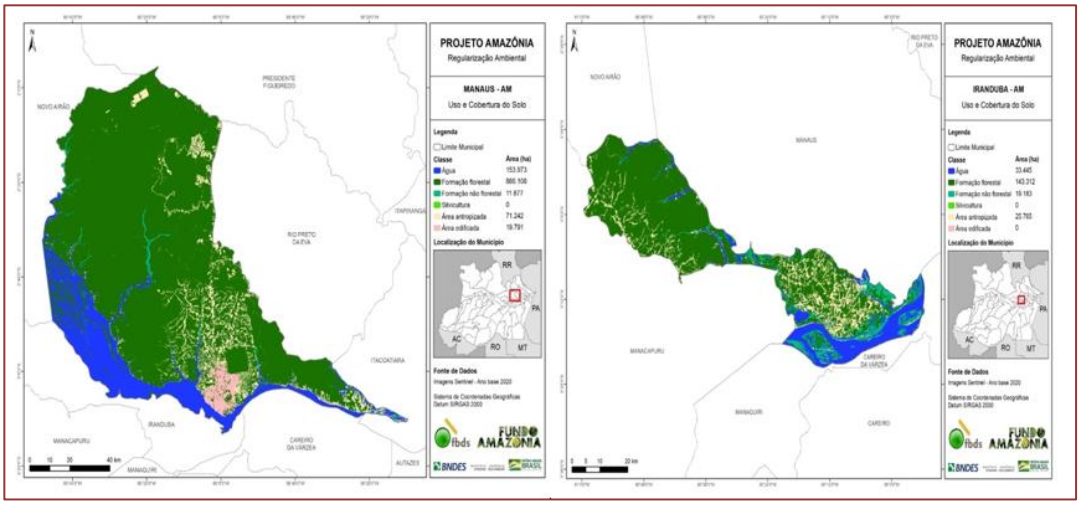
2. MATERIAL E METODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

Desde a década de 70, cidades como Manaus e Iranduba vem apresentando mudanças, que vão desde o aumento da população, expansão da área urbana (DE SOUZA, 2022), o que muitas vezes estão fortemente relacionados aumentado os índices de desmatamento e queimadas na região. A região metropolitana de Manaus é formada pelos municípios de, Itacoatiara, Presidente Figueiredo, Careiro da várzea, Nova Irão, Rio preto da Eva e Manacapuru, a Figura 1a e 1b, mostram a localização dos municípios estudados. O clima da região quente e úmido, sendo caracterizada por seis meses de seca e seis muito chuvosos, e um solo dominantemente, Argissolos (45%) e Latossolos (26%).

A imagem coletada na FBDS foi processada e analisada por meio do sistema O IBGE-PPP é um serviço online sem custo que faz o pós-processamento de dados GNSS, que é um sistema de navegação por satélites globais. Ele possibilita aos usuários que têm receptores GPS e/ou GLONASS, conseguirem coordenadas que estão de acordo com o SIRGAS2000, que é um sistema de referência que usa o centro da Terra como origem, usando um processamento de alta precisão, utilizando o satélite SENTINEL, para obter as áreas de desmatamento nos dois municípios analisados.

Figura 1: Mapa de localização: a) Manaus/AM; b) Iranduba/AM.



Fonte: Sistemas de coordenadas geográficas Datum Sirgas 2000 (2022).

Além disso, foram utilizadas uma base de dados estatísticos do site TerraBrasilis (http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/). A base estatística permite obter uma análise qualitativa das áreas queimadas e desmatadas no período de 2008 a 2022.

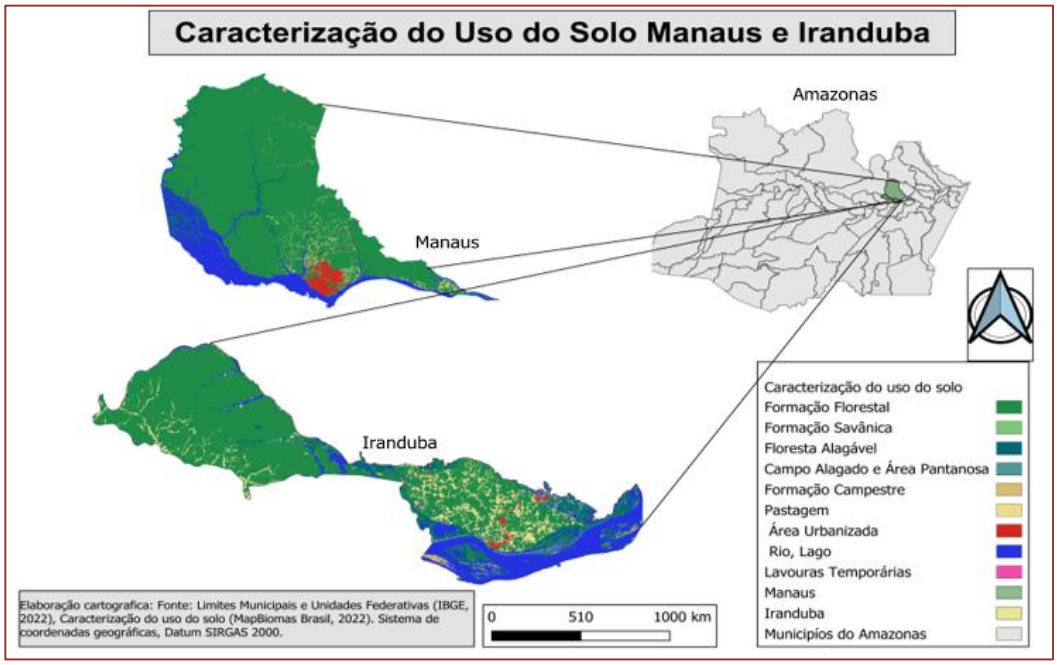
3. RESULTADOS

O município de Manaus abrange uma área de 11.401,092 km^2, com densidade populacional de 181,0 habitantes por km^2. Como apresentado na Figura 1, a região possui um relevo predominantemente plano e levemente ondulado, caracterizado por altitudes modestas, em torno de 92 metros acima do nível do mar. Este cenário tem demonstrado uma suscetibilidade considerável a atividades de desmatamento, especialmente no contexto de expansão urbana que tem ocorrido nos últimos anos. O que resulta em um modelo de desenvolvimento urbano caracterizado por uma estrutura de "mosaico" de paisagens. Nesse modelo, são configuradas áreas urbanas tradicionais, operárias, modernizadas, favelas e assentamentos informais, contribuindo para a degradação da paisagem.

De acordo com Paulino (2019) a Região Metropolitana de Manaus tem experimentado um processo acelerado de desmatamento nos últimos anos, ultrapassando o limite máximo permitido de remoção da cobertura vegetal. A figura 2 ilustra o uso do solo dos municípios de Manaus e Iranduba no ano de 2022.

Em 2008, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) registrou apenas três focos de queimadas no município. A maior parte do desmatamento nesse período estava relacionada à extração de madeira de florestas nativas ou à conversão de áreas para finalidades de uso alternativo, com a reversão de áreas florestais. Em 2009, houve um aumento no número de focos de queimadas em comparação com 2008, representando um crescimento de 0,7%, o que equivale a 3,7 km^2 de área afetada.

Figura 2: Uso do solo nos municípios de Manaus e Iranduba 2022.



Fonte: Autores (2023).

Na Figura 3 mostra-se a oscilação de incrementos de desmatamento no município de Manaus nos anos de 2008 a 2022. No que diz respeito de acordo com o INPE 2020 o ano de 2010 destacou-se com um índice significativo de 10,3 km² de desmatamento apenas na área de Manaus, enquanto na região da Amazônia como um todo houve o registro de 45.018 focos de calor (PARIZI 2022).

No ano subsequente, 2011, houve uma queda acentuada, com a área afetada por queimadas em Manaus saindo 10,3 km² de áreas afetadas para 2,2 km em 2011 (incremento de desmatamento na cidade de Manaus/AM), como a mostra na Figura 3. De acordo com Nogueira (2007), o ano de 2011 marcou um período de evolução considerável, resultado de um processo acelerado de urbanização e expansão demográfica. Esses fatores, em conjunto, resultaram em alterações no recinto, incluindo a perda de cobertura vegetal e degradação da qualidade de vida (LIMA 2022).

De acordo com o site TerraBrasilis e sua base de dados em 2012, houve um aumento de 1,7% em comparação com o ano anterior, resultando em 3,9 km² de área desmatada em Manaus, com oscilações nos anos subsequentes. Em 2013, ocorreu uma queda de 1,6%, resultando em 2,3 km² de área afetada, e em 2014, manteve-se o patamar de 2,3 km² de áreas desmatadas como ilustra nos dados da figura 3.

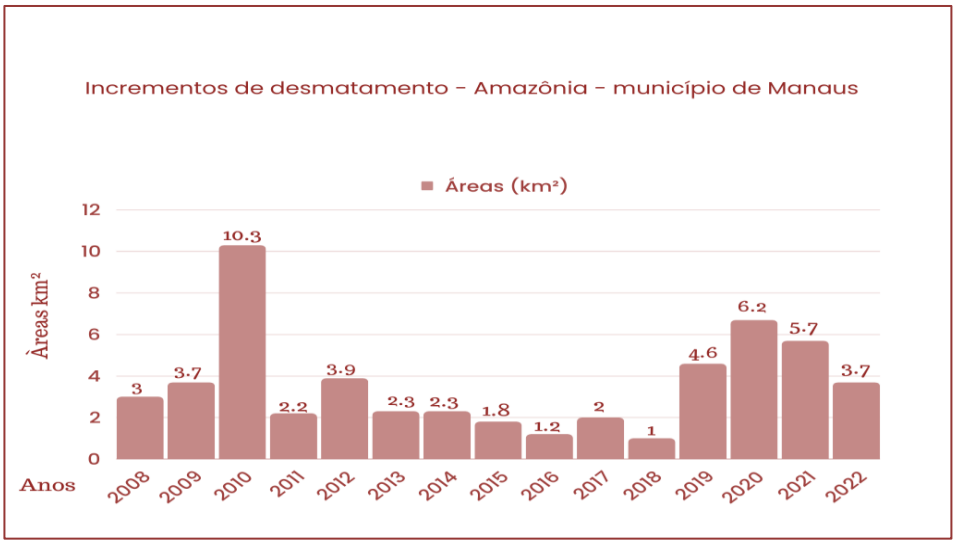
Em 2015, houve uma redução de 0,5%, chegando a 1,8 km² de área desmatada. Observando o ano de 2016, o desmatamento diminuiu para 1,2 km², marcando este, como o segundo ano com o menor índice de desmatamento na cidade de Manaus. No entanto, em 2017, houve um aumento de 0,8%, elevando a área desmatada para 2 km². O ano de 2018 foi o que registrou o menor índice de desmatamento, chegando a 1 km² em Manaus, enquanto na região da Amazônia, esse valor foi de 7,5 mil km².

De acordo com os dados ilustrados na Figura 3, em 2019 houve um aumento significativo no desmatamento em Manaus, com um crescimento de 3,6% em comparação ao ano anterior, atingindo 4,6 km² de áreas afetadas. Na Amazônia, os números também subiram, alcançando 10,1 mil km². Em 2020, houve um aumento adicional, com a área desmatada em Manaus saltando de 4,6 km² para 6,7 km², representando um acréscimo de 2,1%. No ano seguinte, em 2021, houve uma leve redução, com a área desmatada caindo de 6,7 km² para 5,7 km², equivalente a 0,1%.

Finalmente, em 2022, a área desmatada em Manaus foi de 3,7 km², o que representou uma diminuição de 0,2% em relação a 2021.

A partir dos dados apresentados na Figura 3, foi possível observar que o desmatamento em Manaus tem oscilado ao longo dos anos, com períodos de aumento e diminuição. Um ponto importante a ser destacado é o crescimento urbano na região, que parece estar diretamente relacionado ao aumento do desmatamento. Isso é evidenciado pelo fato de que os anos com maior crescimento populacional também apresentaram maiores índices de desmatamento, como nos anos de 2010 e 2022.

Figura 3: Incremento de desmatamento na cidade de Manaus/AM, no período de 2008 a 2022.

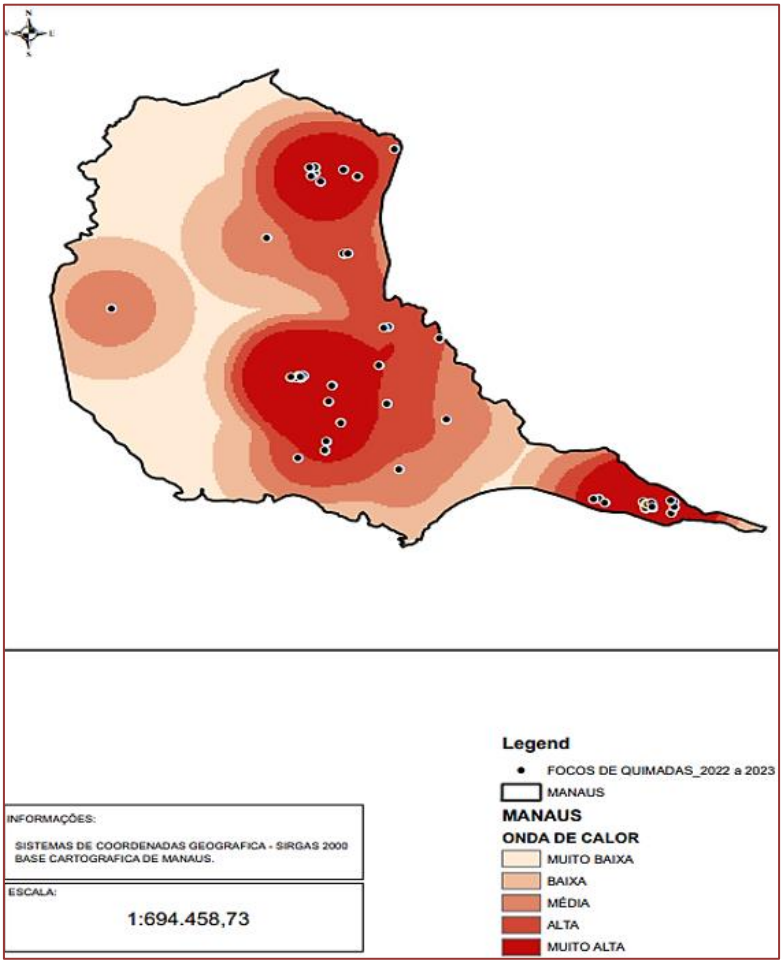


Fonte: Autores (2023).

Além disso, a análise também destaca a relação entre os focos de calor (Figura 4) e o desmatamento. É interessante notar que os anos com maior número de focos de calor (Figura 4) foram igualmente, os anos com maior desmatamento de acordo com os dados apresentados da Figura 3, destacando a necessidade de ações contínuas para combater esse problema.

É fundamental que sejam implementadas políticas eficazes de conservação e gestão sustentável dos recursos naturais para garantir a preservação da floresta amazônica para as futuras gerações. A Figura 4 ilustra que a maior concentração de focos de calor no município de Manaus presente na região Oeste nos anos de 2022 a 2023. Nessa região encontra-se uma área de 128,29 km^2, é a segunda maior região da cidade. Contudo pode-se observar que também houve algumas series de focos em áreas próximas a cidade. Esses dados foram confirmados pelo censo demográfico brasileiro de 2010, conduzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Figura 4: Focos de calor no município de Manaus Am 2022 – 2023.



Fonte: Autores (2023).

Assim, na Figura 5 será apresentada a oscilação de incrementos de desmatamento no município de Iranduba nos anos de 2008 a 2022. O município de Iranduba se estende por 2 214,3 km^2 e contava com a densidade demográfica de 21,8 habitantes por km^2 no território do município. Iranduba se situa a 20 km a Sul-Oeste de Manaus a maior cidade nos arredores.

Pela característica visual da região estudada Figura1: (B), o município comporta a formação de dois ecossistemas, na Orla do Rio Negro encontra-se paisagens paradisíacas, praias, cachoeiras, e florestas fartas; por outro lado dando seguimento ao Rio Solimões se observa amplas aéreas de várzea com pesqueira, contemplação e atividades agrícolas.

De acordo com o site TerraBrasilis e sua base de dados no ano de 2008 ilustrado na figura 5, o município de Iranduba registrou 1,9 km^2 de áreas desmatadas. No entanto, em 2009, ocorreu um aumento considerável, com um acréscimo de 5,6% em relação ao ano anterior, resultando em 7,5 km^2 de áreas desmatadas, o que representou o ano com o maior índice de focos de calor e desmatamento no município. Em 2010, houve uma diminuição de 1,6%, resultando em 5,9 km^2 de áreas desmatadas, apesar do aumento significativo de focos de calor na região amazônica.

Os números continuaram a diminuir em 2011 de acordo com os dados (figura 5), os números caíram de 3,1%, para 2,8 km^2 de áreas desmatadas em Iranduba. Em 2012,

houve uma queda adicional de 1,8%, com o município registrando 1 km² de áreas desmatadas. Nos três anos subsequentes, de 2013 a 2015, houve um aumento nas áreas desmatadas no município, atingindo 2,3 km² em 2013, 2,8 km² em 2014 e 3,7 km² em 2015. Em 2016, houve uma diminuição de 2,1%, com Iranduba alcançando marca de 1,6 km² de áreas desmatadas, e esse valor se manteve em 2017, com um aumento mínimo de 0,8%, totalizando 2 km².

No ano de 2018, de acordo com a Figura 5, houve uma queda de 0,8%, resultando em 1,2 km² de áreas desmatadas, e em 2019, o município registrou o segundo menor índice de desmatamento, com 0,8 km² de áreas afetadas. Em 2020, houve um aumento de 1,4% em relação ao ano anterior, totalizando 2,2 km² de áreas desmatadas. Nos anos de 2021 e 2022, os números se estabilizaram, mantendo- se em 0,7 km² de áreas desmatadas, configurando os anos com os menores índices de desmatamento. A partir dos dados apresentados na Figura 5, é possível observar que o desmatamento em Iranduba tem oscilado, com períodos de aumento e diminuição.

Figura 5: Incremento de desmatamento na cidade de Manaus/AM, no período de 2008 a 2022.

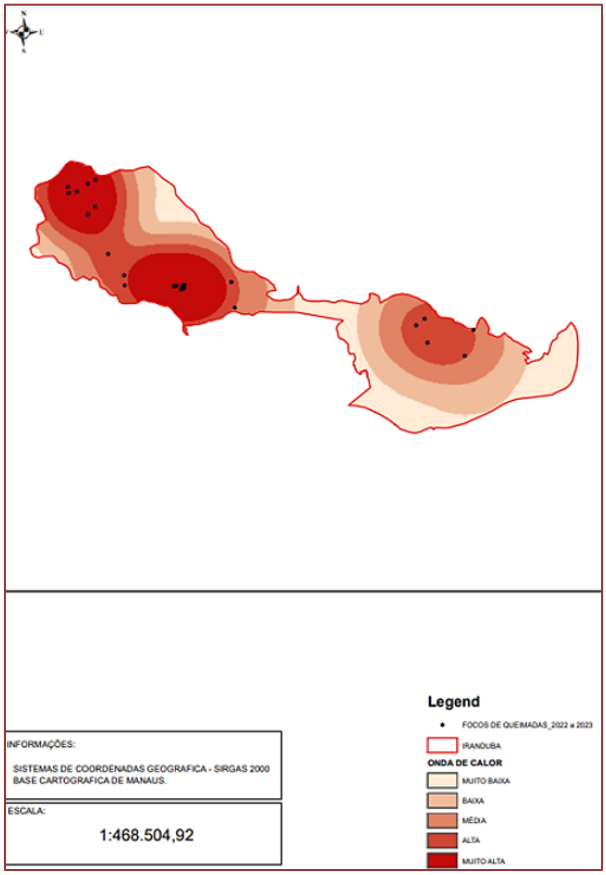
Fonte: Autores (2023). Base de dados estatísticos TerraBrasilis

Um aspecto interessante a ser destacado é a relação entre o desmatamento e os focos de calor. De acordo com os dados da Figura 5 a análise indica que o ano de 2009 teve o maior índice de desmatamento com 7,5 km² de áreas desmatadas.

Além disso, destaca-se a diversidade de ecossistemas presentes no município, que incluem paisagens paradisíacas, praias, cachoeiras, florestas fartas, áreas de várzea com pesqueira, contemplação e atividades agrícolas.

Essa diversidade de ecossistemas torna a região particularmente suscetível ao desmatamento, especialmente no contexto de expansão urbana. O desmatamento continua sendo um problema significativo na região, com impactos potencialmente devastadores para o meio ambiente e para as comunidades locais. A Figura 6 ilustra os focos de calor em áreas próximas ao município de Iranduba nos anos de 2022 a 2023. Com 0.7 km² de áreas afetadas pelo desmatamento no município de Iranduba no ano de 2022, os focos significados no ano de 2023 foram em áreas próximas ao município (Figura 6).

Figura 6: Focos de calor no município de Iranduba Am 2022 – 2023.



Fonte: Autores (2023)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este vigente trabalho buscou abordar e analisar os focos de incêndio causados nas áreas de Manaus e Iranduba durante os anos de 2008 a 2022, utilizando o sistema de coordenadas geográficas Datum SIRGAS 2000. Os resultados obtidos fornecem uma base sólida para futuras pesquisas e políticas de conservação na região. No entanto, ainda há muito a ser feito para mitigar os impactos das queimadas e promover o uso sustentável do solo na Amazônia

Ao longo dos anos, a região de Manaus e Iranduba tem enfrentado constantes focos de calor, com picos significativos em 2010 e 2009, respectivamente. Em Manaus, a área afetada chegou a 10,3 km^2, enquanto em Iranduba alcançou 7,5 km^2. Esses eventos, juntamente com outros fatores ambientais, resultaram em um desmatamento total de 17,8 km^2 na região.

O estudo aponta que práticas inadequadas de uso do solo, como o desmatamento para agricultura, pecuária e expansão urbana, estão diretamente relacionadas ao aumento das queimadas. Além disso, quando realizadas de maneira inadequada, as queimadas podem levar à degradação ambiental e causar impactos negativos no solo.

Nos anos seguintes, os índices de desmatamento foram baixos, contrastando com a quantidade de focos de calor que apresentaram valores oscilatórios a partir de 2009 em Iranduba e 2010 em Manaus.

O estudo também destaca a importância de investir em educação ambiental e conscientização da população sobre os impactos das queimadas e do desmatamento. Essas medidas são fundamentais para promover uma abordagem mais sustentável e preservar a rica biodiversidade da região.

REFERÊNCIAS

[1] ANTUNES, D. **Diagnóstico da fragilidade ambiental em relação às estradas no parque nacional dos campos gerais, paraná, aplicando análise multicritério.** Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2018. Disponível em< http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2676>

[2] CAJADO, C. S. O.; NUNES, R. S. **Análise da responsabilidade ambiental da agropecuária em relação às queimadas.** Perquirere, v. 20, n. 2, pp. 7-25, 2023. Disponível em: < https://revistas.unipam.edu.br/index.php/perquirere/article/view/3090>

[3] CUNHA, A. P.; ARAUJO, C. F. V.; MARQUES, E. A.; BEZERRA, J. M. A.; QUEIROZ, M. S. O; CAMPOS FILHO, N. **Desenvolvimento sustentável no Semiárido Brasileiro: um enfoque na infraestrutura.** Trabalho de conclusão de Curso, Escola superior de Guerra, 2021. Disponível em: https://repositorio.esg.br/handle/123456789/1459>

[4] DE MELO, L.P. **Avaliação da adoção e impactos do sistema de agricultura com uso de corte e queima no município de mazagão**. De pós-graduação–mestrado, graduação programa, 2017. Disponível em: < https://sigaa.unifap.br/sigaa/public/programa/defesas.jsf?lc=en_US&id=2942>

[5] FILHO, O. S. C. **Análise do índice ponderado de áreas verdes baseado no Lidar (ALS) como parâmetro da qualidade ambiental urbana.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-31122015-111239/publico/Dissertacao_Osvaldo.pdf>

[6] FORNAZIEIRO, M. P. A. **Qualidade ambiental urbana: proposta de um índice para a cidade de Rio Claro/SP.** 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-31122015-111239/publico/Dissertacao_Osvaldo.pdf>

[7] GABARDO, G.; SARZEDAS, C. G.; DA SILVA, H. L. **Queimadas na Amazônia brasileira: Brasil em chamas. A educação ambiental em uma perspectiva interdisciplinar.** editora científica**.** v. 4, 2021. Disponível em: < https://downloads.editoracientifica.org/articles/200800872.pdf>

[8] GIGANTE, C. M. S. **Importância dos Jardins e Parques no Bem-estar das Populações. Estudo de Caso: Cidade de Torres Vedras**. 2021. Tese de Doutorado. ISA/UL. Disponível em: < https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/23848/1/Dissertação%20Definitiva%2023-12-2021_Cláudia%20Gigante.pdf>

[9] LIMA, G. V. B**. Estudo de associação entre queimadas, variáveis indiretas e doenças respiratórias em Manaus, AM**. Trabalho de Conclusão de Curso, da Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Amazonas, 2022. Disponível em: < http://repositorioinstitucional.uea.edu.br//handle/riuea/4405>

[10] LIMA, S. F.; DA CONCEIÇÃO NUNES, E.; DE SOUZA, R. F. **Abordagem da temática queimadas por meio da aprendizagem baseada em projetos no ensino de ciências da natureza**. Experiências em Ensino de Ciências, v. 15, n. 1, p. 96-108, 2020. Disponível em: < https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/374/346>

[11] MORELLO, F. T.; RAMOS, R.; STEIL, L.; PARRY, L.; BARLOW, J.; MARKUSSON, N.; FERREIRA, A. **Fires in Brazilian Amazon: Why does Policy have a limited Impact?** Ambiente & Sociedade, v. 10, n. 4, pp. 19-38, 2017. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0232r1v2042017 >

[12] MUNHOS, L. M. **Diagnóstico da experiência de produtores de cana-de-açúcar do interior de São Paulo na perspectiva do ecossistema do cliente**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: < https://www.academia.edu/100649283/Diagnóstico_da_experiência_de_produtores_de_cana_de_açúcar_do_interior_de_São_Paulo_na_perspectiva_do_ecossistema_do_cliente>

[13] NOGUEIRA, A. C. F; SANSON, F.; PESSOA, K. **A expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais.** XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis,

Brasil, v. 21, p. 26, 2007. Disponível em: < http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.17.45/doc/5427-5434.pdf>

[14] PARIZZI, M. G. **Panorama dos desastres climatológicos, hidrológicos, meteorológicos e geológicos durante o período de 2010–2019**. Derbyana, v. 43, 2022. Disponível em: < https://doi.org/10.14295/derb.v43.766>

[15] PAULINO, R. C. **Desmatamento e plano diretor: um estudo multitemporal dos municípios da região metropolitana de Manaus.** 2019. Disponível em: < https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7337>

[16] SILVESTRIM, E. G.; VIEIRA, M. R. S.; SILVESTRIN, F. G.; FILHO, A. A. L.; LOPES, A. B. **Uma visão sobre a degradação ambiental causada pelas ocupações irregulares em áreas verdes na cidade de Manaus-AM.** Research, Society and Development, v. 10, n. 16, p. 2021. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23764>

[17] SOUSA, N. M. B. **A urbanização do Amazonas no presente: a manutenção da primazia urbana de Manaus.** .Revista De Direito Da Cidade, v. 14, n.3, pp. 1906–1964, 2022. https://doi.org/10.12957/rdc.2022.59869

[18] TAVARES, V. C. **Estimativa de erosão dos solos e sua comparação com a aptidão agrícola na microbacia do Rio Boa Vista–Queimadas/PB**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, 2020. Disponível em:< https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/39797>

[19] XAVIER, J. P. D. **Agricultura Urbana: proposta de modelo de negócios.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, 2019. Disponível em: < https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/31180>

Capítulo 18

Mitigação dos impactos ambientais gerados pela substituição de tijolos cerâmicos por tijolos solo-cimento

Aline Vitória dos Reis Lopes
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: A construção civil, especialmente na produção de tijolos cerâmicos, é uma grande consumidora de recursos naturais, causando impactos ambientais significativos. O tijolo de solo-cimento surge como uma alternativa mais sustentável, reduzindo a degradação do subsolo, emissão de gases poluentes e contribuindo para o equilíbrio ecológico. O estudo foi conduzido em duas fábricas, uma de tijolos cerâmicos e outra de tijolos ecológicos, localizadas no Amazonas. Através de visitas in loco, foram identificados os materiais e métodos utilizados em cada processo. A Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais (MAIA), baseada na norma ISO 14001:2015, foi utilizada para mapear e avaliar os impactos ambientais associados à fabricação dos tijolos. Os resultados demonstraram que o processo produtivo dos tijolos cerâmicos implica em diversos impactos ambientais, como perturbação do solo, poluição visual, emissões de gases, entre outros. Em contraste, a produção de tijolos de solo-cimento se mostrou uma alternativa viável para mitigar estes impactos. Eles não requerem queima em sua produção, diminuindo a emissão de gases poluentes e utilizando menos recursos naturais. Em conclusão, o tijolo de solo-cimento representa uma alternativa sustentável e econômica, mitigando os impactos ambientais associados à fabricação de tijolos cerâmicos e promovendo práticas mais sustentáveis no setor da construção civil.

Palavras-chave: Impactos ambientais, Tijolo solo-cimento, Tijolo cerâmico

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores de atividades humanas que mais utiliza recursos naturais, o que causa danos ambientais, muitas vezes irreversíveis. De acordo Miranda *et al.,* (2022), os autores afirmam que o setor da construção civil é hoje um dos principais responsáveis pelos impactos negativos que ocorrem no nosso ecossistema.

Entre os segmentos da indústria da construção civil que provocam impactos ambientais, destaca-se a produção de tijolos e blocos cerâmicos, sendo a construção civil no Brasil uma das maiores consumidoras desse tipo de material. A extração de argila, matéria-prima fundamental na fabricação dos tijolos cerâmicos convencionais, contribui para a degradação do subsolo e a formação constante de áreas degradadas. Além disso, o processo de tratamento térmico aplicado à argila e aos aditivos utilizados na produção resulta na emissão significativa de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO2), óxidos de nitrogênio (NOx), óxidos de enxofre (SOx), amônia (NH3) e metano (CH4). Esses gases, quando liberados em grande quantidade na atmosfera, causam danos ao meio ambiente como as chuvas ácida e efeito estufa (SANTOS & JÚNIOR, 2018). Além disso, Cavalcante *et al.* (2021), observou que a extração de argila ocasiona formação de lagos artificial, mudanças topográficas, desmatamentos, queimadas, mudanças na estrutura e na atividade biológica do solo, retirada da vegetação natural, processo de erosão, considerável quantidade de rejeitos e abandono das lavras.

Além da extração da argila, Cavalcante *et al.* (2021), afirma que o processo de fabricação do tijolo de cerâmica vermelha o uso de lenhas são essenciais, porém, o extenso consumo de madeira como combustível para os fornos apresenta vantagens e desvantagens, por um lado, a madeira é utilizada como uma fonte renovável de energia; por outro lado, isso pode causar danos ambientais, como desertificação e desflorestamento, devido à remoção da vegetação local, afetando também a fauna.

Portela (2005, apud NOGUEIRA, 2021), relata que algumas empresas envolvidas na exploração de argila demonstram pouco comprometimento com as questões ambientais e não consideram os danos potenciais que podem causar.

Com base no Anuário Estático do setor de transformação de não metálicos, a Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (2021), estima que produção de blocos cerâmicos mensal seja de aproximadamente de 6 toneladas por mês. No entanto, as informações não refletem com precisão a realidade do setor, pois atualmente apresenta deficiência em dados estatísticos e indicadores de desempenho do setor.

A indústria de cerâmica vermelha precisa implementar um adequado gerenciamento ambiental, uma vez que esse processo engloba fases cuja execução inadequada pode resultar em significativos danos ao meio ambiente natural (NOGUEIRA, 2021). Existe uma urgente demanda por adotar métodos mais sustentáveis na construção civil, a fim de reduzir o impacto ambiental associado a essa atividade (OLIVEIRA 2020).

Logo, a adoção do tijolo modular de solo-cimento, também conhecido como tijolo ecológico, é uma opção viável para mitigar os impactos advindos da fabricação do tijolo de cerâmica vermelha. Ele recebe esse nome devido ao seu método de produção, que não envolve a queima, evitando assim a emissão de agentes poluentes no meio ambiente. Essa alternativa é considerada uma solução para a construção de alvenarias, contribuindo para a economia de materiais, como argamassa de assentamento, e reduzindo o tempo de execução (OLIVEIRA 2020). Dessa maneira, mantendo o equilíbrio ecológico, conforme a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938, que tem um de seus objetivos definidos

como: “à preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida;” (Brasil, 1981).

O tijolo solo-cimento se diferencia de outros tipos de tijolos principalmente pelo método de cura empregado, conhecido como “Cura Hidráulica”. Esse processo elimina a necessidade de usar fornos para cozimento, uma prática que geralmente consome madeira e gera emissões poluentes devido à queima. Além disso, os materiais utilizados na composição do tijolo solo-cimento ajudam a reduzir a quantidade de resíduos produzidos pela indústria. Portanto, esses tijolos representam uma alternativa de baixo impacto ambiental, pois são fabricados sem o processo de queima (FERNANDES; MENDONÇA, 2022).

Em Santos et al., (2019), os autores conceituam o material de construção ecológico como aquele que, em sua fabricação e/ou aplicação, não cause significativos danos ao meio ambiente, possibilitando a redução dos impactos ambientais associados à indústria da construção civil. Para demonstrar de forma crítica essas implicações, é necessário identificar, prever e avaliar os principais aspectos e impactos ambientais envolvidos que impliquem direta ou indiretamente a biota, qualidade dos recursos ambientais, a saúde e as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, conforme a Resolução CONAMA n° 1 de 23 de janeiro de 1986. É importante destacar que a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), que trata de Edificações Habitacionais – Desempenho, determina que todas as edificações devem ser projetadas, construídas e mantidas de maneira a não causar danos ao meio ambiente.

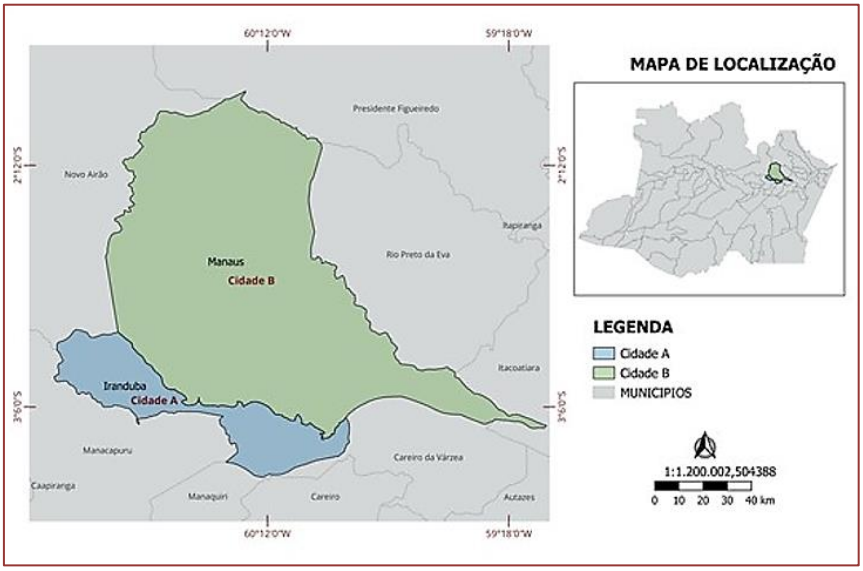
Baseado no que foi exposto acima, este artigo apresentará uma caracterização dos principais impactos ambientais do processo produtivo do tijolo de cerâmica vermelha, mostrando de que forma esses impactos poderão ser mitigados por meio do uso do tijolo ecológico. Para isso, teve como objetivos específicos: acompanhar o processo de fabricação dos tijolos cerâmicos; levantar de aspectos e impactos ambientais através da Matriz MAIA; propor a mitigação dos impactos através do tijolo solo-cimento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi elabora por meio de informações da produção de tijolos em duas fábricas, a primeira de tijolos convencionais localizada na cidade de Iranduba/AM, a 45 Km da capital do Amazonas, Manaus, adotando uma abordagem comparativa.

Além disso, uma segunda fábrica na capital foi igualmente analisada, onde eram fabricados os tijolos ecológicos (Figura 1).

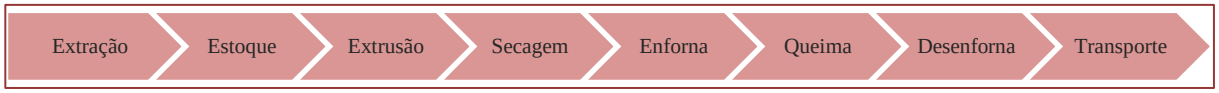
Figura 1: Localização dos fábricas



Fonte: Autores (2023).

Primeiramente, foram realizadas visitas *in loco* com intuito de conhecer e acompanhar todo o processo de fabricação dos tijolos convencionais como registrado na Figura 2. Para identificar os principais materiais e métodos utilizados durante a atividade de fabricação, a visita foi guiada por um profissional responsável pela fábrica, onde foi apresentado toda a estrutura desde o armazenamento da matéria-prima até o produto acabado. As atividades do processo de produção acompanhadas durante as visitas, são apresentados no Fluxograma 1.

Fluxograma 1: Etapas do processo de produção.



Fonte: Autores (2023).

Durante a visita foram coletadas todas as informações como, identificação das atividades e aspectos do processo produtivo e posteriormente tabuladas com seus respectivos impactos, desta forma foi possível mapear o processo e os problemas causados, para isso foi elaborada a Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais (MAIA).

Figura 2: Registro da visitação *in loco* na fábrica de tijolo cerâmico.

Fonte: Autores (2023).

A MAIA foi inspirada no modelo proposto pela na norma ISO 14001:2015, que é uma ferramenta de gestão ambiental utilizada para identificar, avaliar e controlar os aspectos e impactos gerados por uma organização.

Com as informações obtidas na visita na fábrica de tijolos cerâmicos foi elaborado uma Matriz que descreve os principais aspectos, como primeiro passo foi necessário identificar os dados das atividades da produção já apresentadas no Fluxograma 1. Além disso, foram levados em consideração os aspectos e impactos ambientais, definidos na Tabela 1. Para prosseguir, avaliamos os impactos ambientais identificados de acordo com os critérios da Tabela 2 e para finalizar caracterizamos esses impactos julgados de acordo com a Tabela 3, o resultado da "Importância" se deu pela soma dos pesos atribuídos da Tabela 2 quanto ao grau de cada impacto (Importância = Probabilidade do impacto + Abrangência do impacto + Severidade do impacto).

Tabela 1: Dados identificadores.

Identificação	Itens
Atividade	Ação ou processo que pode causar um impacto ambiental.
Aspectos ambientais	Elementos, atividades ou produtos que podem interagir com o meio ambiente.
Impactos ambientais	Qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização.

Fonte: Autores (2023).

Tabela 2: Dados para avaliar o impacto ambiental identificado.

Itens	Peso	Grau	Descrição
Probabilidade do impacto	1	Baixa	Uma vez a cada seis meses.
	2	Média	Uma vez por mês.
	3	Alta	Diariamente ou semanalmente.
Abrangência do impacto	1	Baixa	Restrito à área de trabalho e/ou contido no processo.
	2	Média	Restrito à área geográfica da organização.
	3	Alta	Ultrapassa à área geográfica da organização.
Severidade do impacto	1	Baixa	Gera danos desprezíveis ou gravidade desprezível.
	2	Média	Danos reversíveis ao meio ambiente sem danos à saúde humana com ações mitigadoras.
	3	Alta	Danos graves e irreversíveis ou de dificuldade reversão ao meio ambiente.

Fonte: Autores (2023).

Após o levantamento de aspectos e impactos ambientais, este foram analisados e avaliados para que fosse possível encontrar formas de mitigação dos impactos gerados pelo processo de fabricação de tijolões cerâmicos.

Tabela 3: Caracterização dos impactos.

Itens	Classificação	Descrição
Importância	≤ 3	Baixa – Não significativo.
	4 a 6	Média – Significativo.
	7 a 9	Alta – Crítico
Situação do impacto	Rotineira ®	Impacto ao meio ambiente ocorre de maneira rotineira, desprezível e controle.
	Não rotineira (NR)	Intervenções para assegurar seu funcionamento e/ou manutenção e que resultem em impactos/perigos.
	Emergencial (E)	Impacto que ocorre de forma circunstancial, de maneira não prevista e descontrolada e que possa trazer consequências danosas ao meio ambiente.
Incidência do impacto	Direta (D)	Atividades executadas sob o controle da empresa.
	Indireta (I)	Atividades de fornecedores/prestadores de serviços fora do ambiente de responsabilidade da empresa.
Classe do impacto	Benéfico (B)	Não agride o meio ambiente.
	Adverso (A)	Causa danos ao meio ambiente ou à saúde e segurança do trabalhador.

Fonte: Autores (2023).

De posse de todos os impactos e alternativas de mitigação foi proposto o uso de um novo tipo de tijolo solo-cimento, apresentando dimensões, modo de fabricação e orçamentos por metro quadrado comparando os tipos de tijolos.

3. RESULTADOS

3.1. PROCESSO DE FABRICAÇÃO DOS TIJOLOS CERÂMICOS

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos durante a *visita in loco* na Fábrica situada no Iranduba/AM para conhecer o processo produtivo de fabricação dos tijolos cerâmicos e entender a natureza dos impactos ambientais associados à produção de tijolos cerâmicos. Este processo foi dividido em várias etapas, desde a extração da matéria-prima até o produto final.

A extração da matéria prima foi a primeira etapa do processo de fabricação visitado, ela é caracterizada pelo extrativismo principal das matérias-primas, argila e o barro. O processo de extração acontece por meio um trator com uma pá carregadeira e o transporte do local da extração até a cerâmica é feito através de um caminhão caçamba. Na extração de matéria-prima, há uma significância na perturbação do solo e da vegetação, que não apenas causa erosão e perda de biodiversidade, mas também poluição visual, contaminação e compactação do solo. Os impactos mais visíveis nessa etapa foi, a poluição sonora e a poluição do ar devido às emissões de gases de máquinas e equipamentos.

Na segunda etapa a de estocagem, as matérias-primas são transportadas até a fábrica e são mantidas em armazenamento no terreno da própria empresa o estoque é mantido a céu aberto como mostra a Figura 3. Durante a estocagem, o armazenamento a

céu aberto gera poluição visual e a geração de partículas suspensas, o que pode ter efeitos adversos tanto para o meio ambiente local quanto para a saúde humana na vizinhança e a matéria-prima utilizada na produção de tijolos é a argila, um recurso natural não renovável.

Figura 3: a) estocagem da matéria prima; b) estocagem da matéria prima.

a b

Fonte: Autores (2023).

Na terceira etapa de caixa alimentadora, o operador do trator com a pá carregadora transporta do estoque a argila e barro até a caixa alimentadora, tem como objetivo de misturar os materiais e fornecer insumo. A caixa alimentadora traz preocupações com relação ao vazamento de óleo, que pode contaminar o solo, a emissão de particulados e gases, que contribuem para a poluição atmosférica e não deixando de mencionar a poluição sonora gerada por máquinas e equipamentos.

Figura 4: Caixa alimentadora.

Fonte: Autores (2023).

A mistura obtida pela caixa alimentadora é encaminhada para máquina chamada de maromba como mostra a Figura 5 (a), então se inicia a extrusão, tendo como objetivo que a matéria-prima é introduzida adote uma determinada forma, notou-se que é exercida uma pressão de um bocal introduzindo em uma coluna. Como resultado, obtemos uma espécie de bloco contínuo e segue para o corte, realizado por um esquadro de metal na mesma máquina extrusora, dessa forma resultando nas dimensões corretas, conforme a

Figura 5 (b). Além da poluição sonora, o consumo de energia reflete o uso de recursos naturais.

Figura 5: a) máquina de extrusão; b) etapa de corte.

a b

Fonte: Autores (2023).

A secagem, quarta etapa, com o auxílio de um carrinho plataforma o oleiro separa em lotes e transporta a cerâmica para o secador como na figura 6 (a) e (b), são aquecidos pela queima de resíduos em uma fornalha indicada na figura 6 (d), onde o ar quente é transportado por tubulações para o secador com objetivo de remover a umidade. Essa etapa tem duração média de 24 horas. A secagem e a queima são etapas críticas devido às emissões de gases, através da chaminé registrada na figura 6 (c), incluindo a liberação de gases potencialmente tóxicos. A queima também resulta em descarte de cinzas, que sem o manuseio adequado, pode levar à contaminação do solo.

Figura 6: a) secador de tijolos; b) corpo do secador; c) chaminé e d) secador e fornalha.

Fonte: Autores (2023).

Após a secagem, foi visitada a quarta etapa, nela acontece a enforma, conforme exposto na Figura 7 com o auxílio de carrinho de plataforma a cerâmica é encaminhada pelo oleiro para enforna pela porta de entrada, é o local onde são empilhadas para que ocorram alterações físicas e químicas, o cozimento. Ao finalizar o empilhamento a porta de entrada da enforna é vedada por argila e barro.

Figura 7: a) oleiro empilhando o material na enforna; b) enforna vedada aguardando a próxima etapa.

Fonte: Autores (2023).

Na etapa de queima, o fogo é o elemento fonte de calor fundamental para o cozimento da cerâmica aquecido entre 900ºC e 1200ºC, na estrutura lateral da enforna estão acopladas as fornalhas conforme registradas na figura 8 (a). Paletes, papéis, adesivos, chapas de MDF e descartáveis são utilizados como combustíveis conforme mostra as figuras 9 (b) e 9 (c). Esse processo tem o tempo médio de 24 horas ininterruptas. A queima desses resíduos para a produção de tijolos cerâmico é responsável pela emissão de gases poluentes, como dióxido de carbono (CO2), óxidos de nitrogênio (NOx) e óxidos de enxofre (SOx). Estes gases contribuem para o aquecimento global, a chuva ácida e a poluição do ar.

Figura 8: a) Fornalha; b) Fornalhas e resíduos para queima e c) Resíduos para queima.

Fonte: Autores (2023).

Na quinta etapa, ocorreu a desenforna após o cozimento completo do material, registrada na Figura 9 (a) porta 2 da enforna localizada na área externa é rompida para que ocorra a retirada do produto o oleiro com a força braçal utiliza um carrinho de mão, mas antes disso foi observado que é necessário que o produto esteja resfriado, então, é utilizado um ventilador axial industrial para auxiliar o decaimento da temperatura.

Em seguida os funcionários iniciam o processo de embalagem e expedição do tijolo para a comercialização. Notamos que ao ser retirado da enforna o produto é empilhado em paletes e ao completar meio milheiro é embalado com plástico filme ou a granel, onde essas a cerâmica é organizada solta na carroceria do caminhão e depois é encaminhado para o centro de distribuição. A expedição gera emissões de gases por veículos de transporte e derramamento de óleo, tornando notório que o impacto ambiental não diminui ao longo das etapas finais do processo.

Figura 9: a) Porta externa da enforna; b); e c) Resfriamento e expedição.

Fonte: Autores (2023).

3.2. LEVANTAMENTO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Os processos industriais, como a fabricação de tijolos cerâmicos, trazem consigo uma série de implicações para o meio ambiente. A indústria cerâmica, responsável pela produção de tijolos, é um setor que tradicionalmente demanda uma quantidade significativa de recursos naturais e, consequentemente, impõe uma série de impactos no meio ambiente. O levantamento detalhado desses aspectos e impactos é crítico para desenvolver estratégias eficazes de mitigação e promover práticas mais sustentáveis no setor.

A Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais (MAIA) surge como uma ferramenta analítica essencial nesse contexto. Através dela, é possível catalogar e avaliar sistematicamente as consequências das atividades industriais, desde a extração da matéria-prima até o produto final. A MAIA permite a identificação de pontos críticos onde intervenções podem ser mais efetivamente aplicadas para reduzir a pegada ambiental da produção de tijolos.

MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS - MAIA											
Item	Atividade	Aspectos	Impactos	Avaliação				Caracterização		
				a	b	c	a+b+c			
				Probabilidade	Abrangência	Severidade	Importância	Importância	Situação	Incidência
1	Extração da matéria-prima	Perturbação do solo e da vegetação	Poluição Visual	3	2	3	8	Alta	R	D
			Poluição, contaminação, e compactação do solo	2	2	3	7	Alta	R	D
			Erosão e redução da biodiversidade	3	3	3	9	Alta	R	D
		Emissão de ruido	Poluição sonora	3	2	2	7	Alta	R	D
		Emissões de gases e particulados	Poluição do ar	3	3	2	8	Alta	R	D
		Vazamento de óleo	Contaminação do solo	1	3	3	7	Alta	E	D
		Coleta de matéria-prima	Uso de recursos naturais não renováveis	3	2	3	8	Alta	R	D
2	Estocagem	Armazenamento a céu aberto	Poluição Visual	3	3	2	8	Alta	R	D
			Poluição por partículas suspensas	3	3	3	9	Alta	R	D
3	Extrusão	Vazamento de óleo	Contaminação do solo	1	1	3	5	Média	E	D
		Emissão de ruido	Poluição sonora	3	2	2	7	Alta	R	D
		Emissão de gases e particulados	Poluição do ar	3	3	3	9	Alta	R	D
		Consumo de energia	Uso de recursos naturais	3	3	2	8	Alta	R	D
4	Secagem	Queima de paletes	Uso de recursos naturais	3	3	2	8	Alta	R	D
		Emissões de gases	Poluição do ar (liberação gases tóxico)	3	3	3	9	Alta	R	D
		Cinzas provenientes da queima	Potencial contaminação do solo	3	2	2	7	Alta	R	D
5	Queima	Emissões de gases e particulados	Poluição do ar	3	3	3	9	Alta	R	D
		Cinzas provenientes da queima	Potencial contaminação do solo	3	2	2	7	Alta	R	D
		Queima de paletes	Uso de recursos naturais	3	3	2	8	Alta	R	D
6	Desenforna	Consumo de energia	Uso de recursos naturais	3	3	2	8	Alta	R	D
7	Expedição	Emissões de gases	Poluição do ar	3	3	2	8	Alta	R	D
		Vazamento de óleo	Contaminação do solo	1	3	3	7	Alta	E	D

Analisando a planilha do MAIA, observou-se que cada atividade do processo de fabricação de tijolos apresentava aspectos e impactos ambientais significativos, como a maioria dos itens marcados como de alta importância ("Alta" para significativo) e situação recorrente ("R"). As informações mostradas a seguir focou exclusivamente nos problemas identificados, com base nos dados fornecidos:

Na atividade de extração da matéria-prima, está claro a perturbação do solo e da vegetação é uma preocupação ambiental significativa, com uma pontuação total de 8 (alta importância). Este valor sugere que as práticas de extração têm um impacto ambiental severo na integridade do solo e da vegetação local e o processo de extração e o transporte da argila podem levar ao escoamento de sedimentos para cursos de água locais, afetando a qualidade da água e a vida aquática.

A maior pontuação, 9, é atribuída à erosão e redução da biodiversidade, refletindo um impacto profundo sobre a biodiversidade local e a estabilidade do ecossistema. Os aspectos de poluição sonora e poluição do ar recebem pontuações de 7 e 8, respectivamente, destacando o papel relevante das operações de extração na contribuição para a poluição atmosférica e sonora. As operações de mineração e transporte podem gerar poeira e outros poluentes que afetam a qualidade do ar, dessa maneira, a emissão de gases advindo dos veículos e particulados pela elevação da poeira, recebem uma alta de importância, com peso de 8 pontos. A argila é um recurso natural finito por isso a importância se dá pela pontuação 8. A contaminação do solo, decorrente dos veículos de operação e transporte da extração, possui uma pontuação de 7, indicando que as atividades contribuem de forma significativa para a degradação do solo.

A estocagem de matéria-prima resulta em impactos visuais e de poluição por partículas suspensas, ambos avaliados como altamente significativos com pontuações de 8 e 9. Estes valores apontam para consequências negativas tanto visuais quanto na qualidade do ar devido à exposição dos materiais ao meio ambiente.

A atividade de extrusão evidencia emissões de gases e particulados, recebendo a pontuação máxima de 9, o que representa um impacto ambiental crítico, especialmente na qualidade do ar. O consumo de energia também é um fator relevante, com uma pontuação de 8, destacando a intensidade energética do processo e a potencial contribuição para emissões de gases de efeito estufa. O vazamento de óleo, também mencionado na etapa de extrusão, é principalmente associado ao trator utilizado no transporte da matéria-prima para a produção, alcançando a pontuação 5, diferente das outras etapas, pois esta atividade limita-se à área de trabalho. Este tipo de vazamento pode ter consequências ambientais negativas significativas, contaminando o solo e potencialmente atingindo fontes de água subterrânea sendo assim, possuindo uma alta severidade. Sendo representado com a peso de importância alta, 7, há a consideração do ruído proveniente do trator que transporta a matéria-prima até a área de produção e da própria máquina de extrusão. O ruído gerado por esses equipamentos é um fator de impacto ambiental relevante, pois pode afetar a saúde e o bem-estar dos trabalhadores e da fauna local, além de ser uma fonte de poluição sonora para as comunidades próximas à olaria.

No processo de secagem em uma olaria de tijolo cerâmico, o uso de paletes é uma prática importante, porém, contrariamente ao que se poderia supor, eles não são utilizados para o próprio processo de secagem, mas sim como combustível para a queima, dessa forma, a pontuação da significância é alta por uso de recursos naturais. A queima de paletes, frequentemente de madeira, contribui para a geração de gases e particulados que são liberados na atmosfera. Além disso, as emissões de gases durante a secagem também são motivo de grande preocupação ambiental, com uma pontuação da importância de 9, refletindo a seriedade dos impactos associados à liberação de gases potencialmente tóxicos de longa permanência na atmosfera. As cinzas resultantes dessa queima, que possuem uma pontuação de 8, representam outro aspecto ambiental significativo, potencialmente impactando a qualidade do solo e a disposição de resíduos.

No item 5, a queima de paletes e a própria cerâmica resultam em emissões de gases e particulados, com uma pontuação de 9, indicando um impacto ambiental de alta relevância. A queima é uma operação crítica, pois além de ser necessária para obter as características desejadas do tijolo, também é uma fonte significativa de poluição do ar. As cinzas resultantes, com uma pontuação de 7, podem afetar a qualidade do solo se não forem adequadamente geridas.

A desenforna demanda consumo de energia pelo uso do ventilador, com uma pontuação de 8, o uso intensivo de energia é um problema ambiental significativo, repetindo uma preocupação constante no processo de fabricação.

E por último, a expedição dos tijolos cerâmicos, prontos envolve emissões de gases, atribuídas uma pontuação de 8, refletindo a contínua preocupação com a poluição do ar. Este estágio pode incluir o funcionamento de veículos para transporte, além de outras máquinas necessárias para mover e carregar os tijolos, todos contribuindo para as emissões totais. O vazamento de óleo, com uma pontuação da importância de 7, caracterizando um impacto grave, indica um risco ambiental moderado relacionado à contaminação do solo durante a movimentação e o transporte dos tijolos, a diferença do resultado por vazamento do item 3 e 7, se dá que a expedição ultrapassa à área geográfica da organização.

Em resumo, os dados da MAIA ressaltam uma série de preocupações ambientais graves em todo o processo de fabricação de tijolos, com ênfase na degradação do solo, erosão, redução da biodiversidade, poluição sonora e do ar, e o uso de energia.

3.3. PROPOSTA PARA A MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS

Após a constatação dos impactos ambientais associados aos tijolos cerâmicos, surgiu a necessidade de buscar alternativas mais sustentáveis. O tijolo solo-cimento apresenta-se como uma opção promissora, devido as diversas características que minimizam seu impacto ambiental.

O tijolo solo-cimento foi uma alternativa encontrada mais sustentável e econômica em comparação aos tijolos convencionais de argila. É resultante da mistura e compactação do solo, cimento e água, conforme a figura 10, e depois prensados, e empilhados para cura como na figura 11, eles não necessitam de cozimento, pois o processo de cura se torna endurecido, o que elimina as emissões prejudiciais à atmosfera que são comuns na produção de tijolos de argila

3.4. DESCRIÇÃO DO MODO DE PRODUÇÃO DO TIJOLO ECOLÓGICO

A Norma Técnica Brasileira que regulamenta as dimensões dos tijolos ecológicos é a NBR 8491 - Tijolo Modular de Solo-Cimento - Padronização. Essa norma estabelece as dimensões e tolerâncias para os tijolos ecológicos de solo-cimento, com o objetivo de garantir a uniformidade e a compatibilidade desses elementos de alvenaria.

Figura 10: Composição do tijolo ecológico

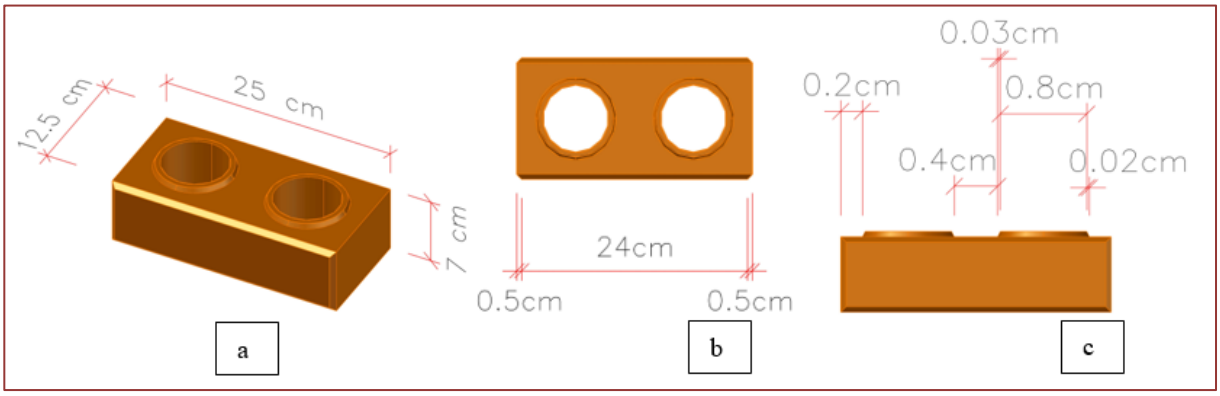
Fonte: Rosa (2019)

Figura 11: Pilha de tijolos solo-cimento

Fonte: Autores (2023)

A NBR 8491 define as seguintes dimensões para os tijolos ecológicos modulares de solo-cimento, com 24 centímetros de comprimento (± 0,3 centímetros), 11,5 centímetros (± 0,3 centímetros) de largura e 7 centímetros de altura (± 0,3 centímetros) (Figura 11).

Figura 11: a) Visão oblíqua; b) Visão vertical e c) Visão frontal.



Fonte: Autores (2023).

Em Rodrigues *et al* (2021), o autor comparou os custos de construção com tijolo cerâmico e tijolo solo-cimento para um projeto residencial unifamiliar de 50 m². Os resultados mostraram que o uso de tijolo solo-cimento resulta em uma redução significativa de custos, de até 25% conforme tabulado da Tabela 4.

Tabela 4: Orçamento tijolo cerâmico *versus* tijolo solo-cimento

Serviço	Preço Total Tijolo Cerâmico	Preço Total Tijolo solo-cimento	Diferença	Porcentagem da redução
Serviços preliminares	R$ 7.913,82	R$ 7.913,82	R$ -	-
Superestrutura	R$ 29.791,62	R$ 29.791,62	R$ -	-
Alvenaria	R$ 21.148,26	R$ 19.656,00	R$ 1.492,26	7,06%
Esquadria	R$ 9.803,66	R$ 9.803,66	R$ -	-
Revestimento interno	R$ 27.083,94	R$ 13.799,44	R$ 13.284,50	49,05%
Revestimento externo	R$ 14.961,74	R$ -	R$ 14.961,74	100%
Piso	R$ 7.986,97	R$ 7.986,97	R$ -	-
Custo total	**R$ 118.690,01**	**R$ 88.951,51**	**R$ 29.738,50**	**25,06%**

Fonte: Autores (2023), Adaptado de Rodrigues *et al.,* (2021).

O custo total para construção com tijolo cerâmico é de R$ 118.690,01. Já com tijolo solo-cimento, o custo é de R$ 88.951,51. Ou seja, a economia é de R$ 29.738,50. Essa redução ocorre principalmente nas etapas de alvenaria e revestimento interno. Na alvenaria, o custo com tijolo solo-cimento é 7,06% menor do que com tijolo cerâmico. No revestimento interno, a diferença é ainda maior: 49,05%. Em outras etapas da construção, como serviços preliminares, esquadria e piso, não há diferença 4de custo entre os materiais. Os resultados do estudo mostram que o tijolo solo-cimento é uma opção mais econômica e sustentável para a construção civil.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho centrou-se na análise dos impactos ambientais gerados pela substituição de tijolos cerâmicos por tijolos solo-cimento, ressaltando a necessidade de práticas sustentáveis na construção civil. A pesquisa, realizada em duas fábricas no Amazonas, utilizou a Matriz de Aspectos e Impactos Ambientais (MAIA) para avaliar os impactos associados à fabricação de ambos os tipos de tijolos.

Os resultados demonstraram que os tijolos cerâmicos, embora amplamente utilizados, estão associados a impactos ambientais negativos significativos. Estes incluem perturbação do solo, poluição visual e atmosférica, e um alto consumo de recursos naturais não renováveis. Em contraste, a produção de tijolos de solo-cimento se mostrou uma alternativa mais ecológica e econômica. Estes tijolos dispensam a necessidade de queima, o que reduz as emissões de gases poluentes e o uso de recursos naturais. Além disso, a pesquisa destacou a viabilidade econômica dos tijolos de solo-cimento, revelando uma redução de custos significativa em comparação com os tijolos cerâmicos. A substituição resulta em economia nos custos de alvenaria e revestimento interno, contribuindo para tornar a construção civil mais acessível e sustentável.

Em suma, este estudo ressalta a importância de adotar práticas sustentáveis na construção civil. O uso de tijolos de solo-cimento não apenas minimiza os danos ambientais, mas também oferece uma opção econômica e eficaz, alinhada com a crescente demanda por soluções de construção sustentáveis.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8491. Tijolo de solo-cimento - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: < https://www.alroma.com.br/uploads/arquivos_documentos/NBR_8491_-

_Norma_Tijolo_de_Solo_Cimento_Requisitos_-_Alroma.pdf>

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação. 2**, ed. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: < https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1. Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em< https://nbr.mitsidi.com/?gclid=CjwKCAiAhJWsBhAaEiwAmrNyqxmi7cEdtjWymAienfbh_OVZVVsqzci0K6HHUOLJUCyh0ythRYTd6xoCXdYQAvD_BwE>

[4] BARBOSA, I. L. S.; SANTOS, E. C. O. B.; JUNIOR, J. M. C. **Mitigação De Impactos Ambientais Através Do Uso De Materiais De Construção Ecológicos. Estudo De Caso: Tijolos Ecológicos Comparados A Tijolos Cerâmicos**, Repositório Institucional AEE, 2019. Disponível em: < http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/867>

[5] BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981. Seção I, p. 16273. Disponível em: < https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-publicacaooriginal-1-pl.html>

[6] CAVALCANTE, F. D. S. .; SILVA , J. P. S. da .; SANTOS, C. O. R. dos .; SILVA, L. P. da .; ALVES, C. N. .; BRITO, R. P. **Environmental impacts of soil degradation caused by the extraction of clay for the ceramic industry in São Miguel do Guamá-PA**. Research, Society and Development, v. 10, n. 10, pg. 1-18, 2021. Disponível em: < https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19030.>

[7] CONAMA. **Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 jan. 1986. Seção I, p. 13. Disponível em: < https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>

[8] FERNANDES, A. B.; MENDONÇA, M. V. T. R**. Fabricação e Caracterização Mecânica de Tijolos Solo-Cimento com a adição de Fibras de Coco.** Repositório Faculdade Evangélica de Goianésia, GO, 76p. 2022. Disponível em: < http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/18845>

[9] MIRANDA, G. A.; SOUZA, L. C. P.; OLIVEIRA, P. H. S.; SIQUEIRA, V. O. L.; ARGÔLO, E. D. **Análise comparativa do custo entre o Tijolo solo-cimento e o bloco cerâmico na construção civil.** Revista Científica de Engenharia Civil v. 5 n. 2, pg. 158-174, 2022. Disponível em: < http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/reciec/article/view/9452/4374>

[10] NOGUEIRA, V. **Manejo Ambiental Na Extração De Argilas Em Uma Olaria Na Cidade De Monteiro-PB**, Repositório Digital Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, 2021. Disponível em: < https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/handle/177683/1701>

[11] OLIVEIRA, D. N. **Análise Da Viabilidade do Tijolo Ecológico de Solo-Cimento na Construção Civil: Uma Revisão de Literatura**, Repositório UFERSA, 2020. Disponível em: < https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/cricte/article/view/8882/7589>

[12] ROSA, B. S. **Análise do panorama geral do mercado de tijolos ecológicos solo-cimento no estado da Bahia**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, BA, 2019. Disponível em: < https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190604201630_2018.2_TCC_Bruna_Souza_Rosa_-_Anlise_do_panorama_geral_do_mercado_de_tijolos_ecolgicos_solo-cimento_no_estado_da_Bahia.pdf>

[13] RODRIGUES, I. M.; GOUVÊA, I. O.; SALES, K. M. *Utilização Do Tijolo Ecológico Solo-Cimento Na Construção De Habitações Populares*, Anais do III Congresso Araguaiense de Ciências Exatasm Tecnologia e Ciências Aplicada, 2021. Disponível em: < https://iea.unifesspa.edu.br/images/EVENTOS/2022/IIICOANRA/TRABALHOS/22_ENGENHARIA_CIVIL_-_O_uso_de_tijolos_de_solo-cimento_na_construo_de_habitaes_de_interesses_sociais.pdf>

[14] SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL. Anuário Estatístico: Setor Transformação Não Metálicos. MME, Brasília. Disponível em: < https://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/publicacoes/anuario-estatistico-do-setor-metalurgico-e-do-setor-de-transformacao-de-nao-metalicos>

Capítulo 19

Impactos ambientais e socioeconômicos dos flutuantes da orla de Manaus/AM

Jaqueline Mendes Barbosa
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Este estudo apresentou uma análise abrangente do crescimento desordenado das estruturas flutuantes ao longo da orla de Manaus, com um foco principal na área da zona oeste da cidade, adjacente às margens do rio Tarumã-Açu. O estudo avalia os impactos ambientais e socioeconômicos dessas estruturas na região, que embora gerem renda para a comunidade local, também resultam em impactos ambientais como a poluição da água devido à falta de tratamento de esgoto e ao descarte inadequado de resíduos, podendo afetar a biodiversidade e até mesmo a comunidade local. Além disso, discute os procedimentos da ação civil para a regularização e retirada dos flutuantes irregulares, além da legislação aplicada ao licenciamento ambiental de flutuantes em Manaus. Os resultados apresentados mostram que a comunidade local é contra a retirada das estruturas, devido a importância do turismo e a geração de empregos que essa atividade trás, e como o puder publico está agindo para que a ação civil referente a regularização seja cumprida.

Palavra-Chave: Flutuantes; Tarumã-Açu; ação civil.

1. INTRODUÇÃO

Em Manaus os flutuantes são definidos como construções desenvolvidas em plataformas flutuantes, como balsas e barcos e desempenham um papel importante na cultura e vida da população ribeirinha na região norte do país. Apesar da influência cultural dessas construções, o aumento crescente da população nas áreas urbanas favoreceu a ocupação dessas estruturas nas margens dos rios do Amazonas, construídas principalmente com madeira e ferro (QUEIROZ, 2022). Em Veloso (2022), os autores mostraram que a estrutura dos flutuantes poderiam ser de vários formatos e tamanhos, podendo possuir dois andares, e que as mais tradicionais são feitas sob troncos de árvores, conhecidas regionalmente como açucú.

Ainda, Queiroz (2021) aponta que algumas estruturas apresentam visual "caboclo" com uso de madeiras, o material mais acessível pelas comunidades, e ainda, mostra a existência de flutuantes de ferro os quais são mais caros e mais modernos e estáveis, porém possuem menos durabilidade. Em outro momento, Queiroz (2019) mostra que as comunidades não recebem auxílio financeiro para investirem nessas estruturas, e os ribeirinhos encontram maneiras de melhorar os flutuantes para atender as necessidades do ambiente.

Contudo, Ferreira (2019) acrescenta que os flutuantes em Manaus são usados principalmente para fins de turismo, com empreendimentos de restaurantes, bares, supermercados, pousadas e aluguel, é uma atividade que tem crescido muito, trazendo rotatividade para economia local e com diversos empregos. Ainda, alguns estabelecimentos flutuantes são posicionados as margens da cidade com intuito de atender principalmente os transportes fluviais, que conforme Cunha & Silva (2023), a maioria dos transportes entre municípios é por via fluvial "conhecidos na Amazônia Legal por Pontões, esses estabelecimentos são essenciais para esta região, que possui 16 mil quilômetros de rios navegáveis extremamente importantes para a dinâmica econômica, social e cultural local" (CHAVES, 2019).

A preservação das áreas ocupadas pelos flutuantes tem se tornado uma tarefa difícil, pois conforme Leitão & Wachholz (2022), o uso dos recursos naturais indevidamente contribui no aumento dos impactos ambientais nos diversos ecossistemas. Apesar da região Amazônica ser conhecida pela grande abundância de recursos hídricos, a cidade de Manaus, "apresenta um quadro de grande pressão sobre os recursos hídricos em sua zona urbana, pois grandes quantidades de resíduos sólidos, efluentes domésticos e efluentes industriais são lançados sob os mananciais superficiais sem tratamento prévio adequado." (DAMASCENDO, FILHO & ALVES, 2021)

A Bacia Hidrográfica do Tarumã-açu está localizada na margem esquerda do Rio Negro, conforme Siqueira e Junior (2021) é conhecido como o maior rio urbano da cidade, sendo afetado direto pelo crescimento demográfico da cidade, e de acordo Ramos, Lopes e Freitas (2023) nas últimas décadas tem sido cada vez mais afetado por ações antrópicas, principalmente pelo acúmulo de resíduos as margens do rio, afetando diretamente diversas espécies aquáticas da região.

Contudo, o crescimento das estruturas voltadas para atividades comerciais, a preservação dessas áreas ocupadas pelos flutuantes tem se tornado uma tarefa difícil, pois conforme Leitão & Wachholz (2022), os autores mostram que o uso dos recursos naturais indevidamente está contribuindo no aumento dos impactos ambientais nos diversos ecossistema. Enquanto em Souza *et al.,* (2022), os autores completam que essas atividades alteram a vida biótica existente no local, apesar da grande abundância com recursos

hídricos na cidade. Em Damasceno *et al.,* (2021), eles mostra a existência de uma grande pressão sobre os rios localizado no amazonas, devido as grandes quantidades de resíduos lançados sem devido tratamento prévio.

Atualmente o Tarumã-açu é ocupada por diversos flutuantes de diversos segmentos, e apesar dos benefícios para o turismo, tem impactado diretamente o meio ambiente, principalmente pela grande quantidade de visitantes a esses locais, que não possuem nenhum tipo de gestão de tratamento dos seus resíduos, principalmente orgânicos.

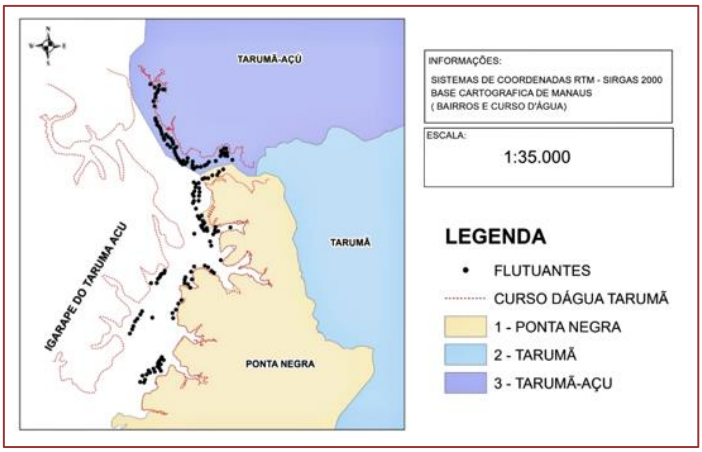
Apesar de parecer radical, tal medida é fundamental para manter o equilíbrio entre meio ambiente e sociedade, conforme Souza *et al.,* (2022), é importante considerar que negócios podem causar impactos ambientais, especialmente quando localizados em áreas ecológicas, é crucial investigar esses empreendimentos e os impactos ambientais na região.

Diante do que foi abordado, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise abrangente do crescimento desordenado das estruturas de flutuantes ao longo da orla de Manaus, e os impactos ambientais e socioeconômico localizados causados a essa região, avaliando o crescimento de flutuantes na cidade, quais medidas estão sendo tomadas para regularização dessas estruturas, e identificar a legislação básica aplicada ao licenciamento ambiental de flutuantes afim de ajudar no entendimento de tal questão.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O foco deste trabalho é o crescimento da instalação dos flutuantes na orla de Manaus, mais especificamente na zona oeste da capital, as margens do rio Tarumã-Açu que possui comprimento do canal principal de 42 km (Figura 1), e comporta atualmente mais de 900 flutuantes em situação irregular, apresentando ocupação em praticamente toda sua orla, segundo informações da Prefeitura de Manaus.

Figura 1: Mapa da área do rio Tarumã-Açu.



Fonte: Autores (2023).

Primeiramente, foi criada uma base dados baseada no levantamento das informações das irregularidades, legislação pertinente e roteiros básicos disponibilizado

pelo órgão licenciador do estado do Amazonas, o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) e o Tribunal de Justiça do Estado do Amazonas (TJAM), através do acesso aos recursos online, que disponibilizam as leis e regulamentos relevantes para consulta pública em seus sites, como o processo civil 012.10.056323-9 de 2001, além de consultas a especialistas e profissionais da área.

Foram realizadas visitas a Marina do Davi, na Ponta Negra, essa região é o ponto de entrada dos flutuantes da região, podendo então avaliar o impacto ambiental e socioeconômico dos flutuantes, analisando assim como esse empreendimento se tornou fonte de renda para moradores locais, por meio de comercio e serviços de delivery. Além das entrevistas realizadas de forma informal a pessoas que utilizam desse serviço para lazer, fazendo os questionamentos apresentados na Imagem 1.

Imagem 1: Questionamentos realizados na comunidade.

Fonte: Autores (2023).

Para avaliar os impactos ambientais foram realizadas visitas *in-loco* com a observação visual e sensorial do local, e através de entrevistas realizadas aos moradores podemos verificar as percepções sobre as mudanças do rio, além de análises de documentos, como processos civis para identificar as mudanças.

Ainda, serão estudados os regulamentos e normas relacionados ao uso de áreas fluviais e às atividades associadas aos flutuantes, assim a compreensão dessas bases legais é essencial para avaliar o quadro normativo existente da legislação que rege o licenciamento ambiental de flutuantes em Manaus. No processo de elaboração deste artigo, foram utilizados o Excel para criação de gráficos e planilhas; o ArcGIS foi utilizado na elaboração do mapa de localização, por fim, o Google Acadêmico foi a ferramenta usada para a pesquisa documental de portarias e leis.

3. RESULTADOS

3.1. IMPACTO AMBIENTAL E SOCIOECONÔMICO DO CRESCIMENTO DE FLUTUANTES

O principal impacto identificado foi a poluição das águas, pois a maioria das estruturas não possuía tratamento dos efluentes gerados durante toda a semana, e sobretudo nos fins de semana quando a população da capital procura os flutuantes para momentos de lazer. Durante as visitas *in loco* os comerciantes locais, informaram que semanalmente cerca de duas mil pessoas vão ao local em busca de lazer, e esses visitantes frequentemente lançam no rio garrafas, resíduos plásticos (sacos, embalagens etc.), além da contaminação dos corpos hídricos por outros líquidos e alimentos. Além disso, os resíduos provenientes dos banheiros das estruturas flutuantes são despejados diretamente nas águas, mesmo que os proprietários neguem essa prática.

Por meio das observações em foi criado uma tabela de *cheque-list* para identificar os principais impactos ambientais, observados e possivelmente são os fatores que afetam diretamente a qualidade da água nessa região (ver o Quadro 1). Dentre os efeitos mais visíveis destacam-se a perda da qualidade da água, prejudicando a vida aquática e afetando a saúde; a perda da biodiversidade resultando na morte de animais aquáticos e na destruição de habitats; perda de biodiversidade, risco para a saúde humana e aquática; perda de fontes de renda; e finalmente, alterações culturais.

Quadro 1: Causas e efeitos dos impactos identificados no igarapé.

PRINCIPAIS IMPACTOS	CAUSA	EFEITO
Poluição dos rios	Contaminação dos rios, vazamento de combustíveis, substâncias orgânicas nos rios, causando turbidez e prejudicando a qualidade da água decorrente de esgoto não tratado. Problemas a saúde pública.	Perda da qualidade da água, tornando-a imprópria para o consumo humano, prejudicando a vida aquática e afetando a saúde dos ecossistemas aquáticos; Mudanças no curso dos rios; Perda da biodiversidade
Acúmulo de resíduos sólidos	Poluição visual, risco a vida aquática e aves que podem ingerir ou ficar presos em resíduos sólidos, causando ferimentos ou morte, contaminação das águas	Perda da biodiversidade resultando na morte de animais aquáticos e na destruição de habitats, o lixo flutuante nos rios pode dificultar a navegação de ribeirinhos e pequenas embarcações, custo econômico pois o custo de limpar e remediar pode recair sobre as comunidades locais.
Modificação do ambiente	Alteração de habitats, impacto na qualidade da água, acumulo das estruturas flutuantes causam impacto visual e assoreamento	Perda de biodiversidade, risco para a saúde humana a poluição da água pode ameaçar a saúde das comunidades locais que dependem dos rios para água contaminada, causando problemas de saúde, como doenças transmitidas pela água; Perda de fontes de renda pois comunidades ribeirinhas dependem da pesca, agricultura e coleta de recursos naturais; Alterações culturais.

Fonte: Autores (2023).

A marina do Davi é o local de embarque e desembarque dos turistas para visitas aos pontos turísticos (Encontro das Águas), curtos deslocamentos fluviais e acesso dos moradores da capital aos bares e restaurantes flutuantes. Por meio de visitas a Marina, foi possível identificar o acúmulo de resíduos as margens da zona de embarque/desembarque de passageiros do igarapé Tarumã-Açu (Figura 2). Apesar da comunidade local desenvolver ações voluntárias de limpeza dos igarapés, como exemplo o projeto “Remada Ambiental” (VIANNA & HOLANDA, 2022), os resíduos não diminuem devido ao grande fluxo de pessoas no local e o transporte deles de outras localidades do igarapé. Atualmente, a região está vivenciando uma seca histórica a qual expõe ainda mais os resíduos sólidos lançados localmente e outras localidades e trazido pelas à meses e/ou anos anteriores as visitas, mas que devido ao baixo nível das águas do igarapé.

Figura 2: a) Resíduo as margens do igarapé do Tarumã-Açu, b) resíduo localizado na vazante igarapé do Tarumã-Açu, c) resíduo localizado na área do Tarumã- Açu.

Fonte: Autores (2023).

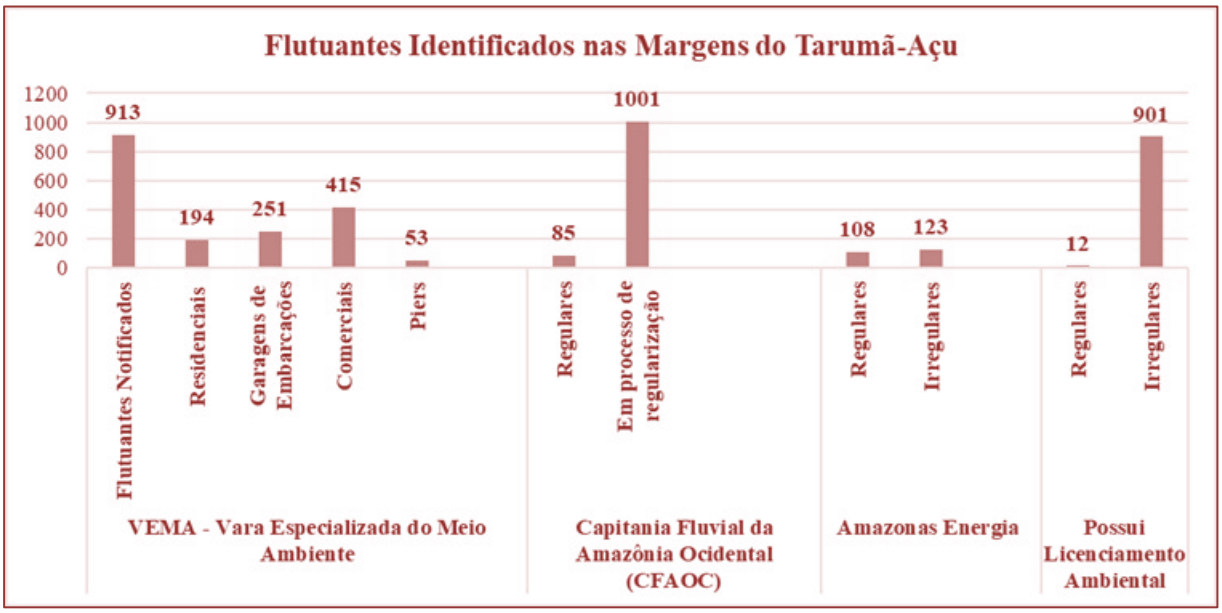
A partir das visitas *in loco*, entrevistas informais aos visitantes, e documentos processuais foi possível identificar que os principais estabelecimentos da região são as pousadas, bares e restaurantes flutuantes que oferecem áreas de convivência e acesso à atividades para banho no rio, vigias de casas flutuantes, flutuantes disponíveis para aluguel, manutenção mecânica de barcos, pontões e residências.

De acordo com o Gráfico 1, é possível verificar que até setembro de 2023, a Vara do Meio Ambiente (VEMA) notificou em torno de 913 flutuantes, sendo que desse total, 415 voltados são destinados ao comércio, e onde apenas 12 deles possuem Licenciamento Ambiental devidamente habilitado junto ao órgão estadual licenciador, IPAAM, o qual até o órgão não divulgou novas informações, adicionalmente, eles apresentam estação de tratamento de efluentes junto a estrutura.

Por outro lado, a Capitania Fluvial da Amazônia Ocidental (CFAOC) que autoriza obras sobre as margens das águas jurisdicionais brasileiras, autorizando apenas 85 flutuantes dos quase 1001 que estavam autorizados a construção e instalação das estruturas. Vale salientar que essa autorização não retira a necessidade da licença exigida pelo órgão ambiental, e geralmente ela implica na necessidade de o requisitante cumprir certos requisitos e normas determinadas para garantir a segurança da navegação, preservação ambiental e proteção das comunidades ribeirinhas.

Ao mesmo tempo, analisando as informações da concessionaria que fornece energia à região, apenas 108 dos flutuantes localizados na região estão regulares. A empresa destacou que participou de operações conjuntas com órgão de segurança pública nos anos de 2020, 2021 e 2022, onde foram identificadas ligações clandestinas de energia em 123 flutuantes localizados nas adjacências do bairro Tarumã.

Gráfico 1: Flutuantes identificados as margens do igarapé Tarumã-Açu.



Fonte: Autores (2023).

3.2. FATOR SOCIOECONÔMICO

As instalações de estruturas flutuantes em Manaus, voltadas para o lazer e o comércio podem ter benefícios importantes para as comunidades locais e a economia regional, pois são vistas como atividades turísticas que atraem visitantes e a população local, além de ser a principal fonte de renda de muitas famílias que vivem nessa região.

O ministério Pulico do Amazonas executou a sentença de retirada dos flutuantes irregulares na orla de Manaus, desde 2004. Essa sentença foi consequência do grande aumento das construções as margens do Tarumã-Açu, e principalmente pela ausência de um plano da Bacia Hidrográfica, a sentença deu até dia 31 de dezembro de 2023 para regularização de todos os flutuantes, a decisão afeta diretamente mais de 90 famílias e 415 empreendedores que utilizam os flutuantes como fontes de renda.

Durante a primeira visita realizada na Marina do Davi, os comerciantes locais expuseram sua insatisfação com a decisão judicial para retirada dos flutuantes, pois vai afetar diretamente sua fonte de renda, ao ser informados que estava realizando uma pesquisa referente ao tema, eles não quiseram mais falar.

As entrevistas realizadas com usuários desse serviço para lazer, colocaram que existem mais pontos positivos que negativos, enfatizaram a importância dos flutuantes para o turismo, onde aumenta o interesse de turistas que desejam explorar a região amazônica, podem gerar empregos nas áreas de hospitalidade, guias turísticos, culinária local, transporte, entre outros. Assim, apesar da presença dos flutuantes ocasionar impacto ambiental negativo, eles proporcionam uma fonte de renda para as comunidades locais, incentivo a cultura local, ponto muito enfatizado pelos entrevistados.

Ao analisarmos as respostas dos questionamentos foi enfatizado como um ponto positivo a rapidez no fornecimento de bens e serviços, pois no local funcionam vários restaurantes, mercados e lojas que fornecem diversos serviços de delivery, os impactos

negativos colocados por eles foram apenas o visual devido aos resíduos jogados no local, e atribuíram a poluição principalmente aos condomínios de classe média alta da região.

Referente a recolhimento de tributos, foi identificado apenas os flutuantes em situação regular, ou seja apenas 12 realizam o pagamento de impostos (tributos sobre renda), o processo que dispõe a da sentença cita a que os flutuantes irregulares trazem diversos prejuízos financeiros ao estado.

Figura 3: Flutuantes localizados na orla de Manaus.

Fonte: Autores (2023).

3.3. PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA REGULARIZAÇÃO DE FLUTUANTES NA CIDADE DE MANAUS

A Ação Civil Pública pelo Ministério Público do Estado do Amazonas contra donos de flutuantes e o município de Manaus, no ano de 2001, existiam mais de 70 flutuantes. Contudo, atualmente foram contabilizados mais de 900 flutuantes, onde apenas 12 encontram-se em situação regular com os órgãos ambientais. O Ministério Público definiu alguns critérios para classificar os flutuantes, com o único propósito de orientar o Município nas etapas e ações necessárias quando houver a necessidade de tomar uma decisão (conforme descrito no processo 0056323-55.2010.8.04.0012, Vara do Meio Ambiente - Amazonas).

Quadro 2: Tipificação foi estipulada pelo Ministério Público.

Classificação dos Flutuantes	
TIPO 1	Flutuante utilizado com uso exclusivo para lazer, recreação ou locação por temporada, diária ou final de semana.
TIPO 2	Flutuante utilizado como hotel, *hostel*, oficinas, bares, restaurantes, mercadinhos ou mercearias
TIPO 3	Flutuante utilizado como pontão (pontos de vendas de gasolina e diesel nos rios) e garagem flutuante para barcos, embarcações ou veículos aquáticos.
TIPO 4	Flutuante utilizado como plataforma para ancorar, atracadouros, marinas ou píer.
TIPO 5	Flutuante utilizado como escola, unidade básica de saúde, base para órgãos de segurança pública ou outro órgão público que justifique a sua permanência.
TIPO 6	Flutuante utilizado exclusivamente como moradia, não interpretando como moradia aquele ocupado por caseiro ou similar.

Fonte: Autores (2023).

Em análise ao Processo Civil de nº 0056323-55.2010.8.04.0012 e levantamentos feito aos órgãos licenciadores da região, podemos identificar os principais procedimentos que o Ministério Público do Estado do Amazonas vem tomando para conter a situação irregular, no qual a Vara Especializada do Meio Ambiente comunicou o cumprimento da sentença em 14 de julho de 2023, estipulou um prazo de 30 dias após cada flutuante notificado, para retirada e desmonte de flutuantes irregulares do Tipo 1, e 3.

A sentença é válida para flutuantes classificados como Tipo 1, 2 e 3, que são aqueles destinados ao lazer, recreação ou locação, bares, restaurantes, garagem flutuante para barcos, embarcações ou veículos aquáticos. (Quadro 2). Em relação aos flutuantes destinados ao lazer e comércio do (Tipo 1 e 2), após o vencimento do prazo era obrigatória a remoção e desmontagem dos mesmos, independentemente da concessão da licença, pois seria necessário reverter a degradação ambiental causada pela grande quantidade instalada no local com urgência.

Os flutuantes Tipo 3 (garagem flutuante para barcos, embarcações ou veículos aquáticos), igualmente após o vencimento do prazo estipulado, caso eles não tenham obtido a licença, esses flutuantes serão retirados do local, pois são de grande risco devido ao tipo de resíduos (combustível e resíduos de oficinas) que podem ser lançados aos rios e causar grandes danos a biota aquática. Contudo, os flutuantes que atenderem todas as exigências da decisão, poderão permanecer no local desde que não façam lançamentos de resíduos não tratados, não sendo válido para oficinas de reparo e manutenção.

O órgão responsável pelo cumprimento da ordem judicial é o ente estadual IPAAM, através de fiscalização, multas ou outras consequências. Esse órgão pode incentivar, incentivar a parte obrigada a cumprir a ordem judicial voluntariamente, oferecendo seu corpo técnico para fornecer dados sobre a qualidade da água, ou utilizar de aplicação de penalidades como imposição de multas, se necessários, para garantir que a ordem judicial seja cumprida.

Outra medida feita para retirada dos flutuantes irregulares, é que a justiça determinou na decisão que a concessionária responsável pelo fornecimento de energia na área realizasse a fiscalização para interromper o fornecimento de energia clandestina no local, e apresentasse um relatório a justiça informando os flutuantes clandestinos e os que possuem contrato com a concessionária.

Várias empresas apresentaram defesas informando que possuíam a adequação para permanecer no local, ou solicitando prazo para que fosse necessária a adequação. Essas são as principais medidas tomadas, após investigação junto ao órgão ambiental constatando que a prefeitura de Manaus havia notificado mais da metade dos flutuantes. Porém devido à grande seca no estabelecida no Amazonas no ano de 2023, algumas comunidades que vivem no local no momento estão enfrentado graves problemas como a dificuldade ao acesso, a falta de água potável e alimentos, atingindo em torno de 94 famílias na área do Tarumã-Açu.

Ainda, a seca dificultou as ações e movimentações da prefeitura e/ou dos órgãos ambientais para a retirada dos flutuantes da área, com isso, a seca abriu uma margem de tempo para a Associação dos Flutuantes do Tarumã (Afluta) buscar apoio no meio político para manter os flutuantes no local ou para organizar a retirada daqueles que não possuem qualquer tipo de licenciamento.

Figura 4: Áreas do Tarumã-Açu; a) Antes da seca, imagem de agosto de 2023; b) Período da seca, imagem de outubro de 2023.

Fonte: Autores (2023).

3.4. LEGISLAÇÃO BÁSICA APLICADA AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE FLUTUANTES NA CIDADE DE MANAUS

Para licenciamento dos flutuantes em Manaus, assim como em qualquer outra jurisdição, é regido por uma série de leis e regulamentações ambientais, é importante identificar o órgão ambiental competente, já que o licenciamento é uma ferramenta pelo qual poder público, por meio dos órgãos ambientais concede as licenças ambientais que autorizam o início, instalação, operação e ampliação de atividades potencialmente poluidoras.

Lei Federal nº 6.938/1981 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente) estabelece os princípios gerais da política nacional do meio ambiente e fornece o meio legal para o licenciamento ambiental, e informa que o IBAMA atuar em caráter supletivo caso haja ausência ou omissão do órgão estadual de meio ambiente. A resolução CONAMA N^0 237/1997, cabe ao órgão ambiental municipal o licenciamento de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local, e define as categorias de empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, sendo o órgão estadual de meio ambiente do estado do Amazonas o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM.

Para manter a legalidade perante os órgãos competentes, deve-se atender todas as medidas solicitadas pelas leis, assim a aplicação específica das normas e os detalhes do licenciamento podem variar em nível estadual, sendo as principais a Lei Estadual N^0 6.938/1981, Lei Estadual N^0 1.532/1982, Decreto Estadual N^0 10.028/1987, Resolução CONAMA N^0 237/1997, Lei Nº 605/2001 e Lei estadual Nº 3.219/2007 esta que dispõe sobre o licenciamento ambiental no Amazonas e dá outras providências como taxas e prazos.

No processo de licenciamento ambiental para formalização e análise da equipe técnica do órgão ambiental estadual meio ambiente (IPAAM), é necessário que sejam observados e atendidos os documentos e requisitos básicos para protocolização do pedido de licenciamento. Os documentos são divididos em dois tipos: Requisito básico (RB), documento imprescindível para protocolização do requerimento e Requisito Complementar (RC), documento solicitado após formalização do processo, além de outros documentos a qual poderá ser solicitado pela equipe técnica do órgão ambiental de acordo com a especificidade e complexidade da atividade, conforme Art. 10, 11 e 12 do

Decreto Estadual N^0 10.028/1987 que expedira as licenças previa, de instalação e operação, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3: Etapas do licenciamento ambiental.

ETAPAS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL
Licença Prévia (LP): A LP é a primeira etapa do processo de licenciamento, nesta fase o empreendedor tem que apresentar um projeto básico do empreendimento, com ênfase na localização e nas principais características do flutuante, onde é feita uma avaliação prévia dos impactos ambientais potenciais, e são definidas medidas de controle e mitigação. A LP é uma autorização para que o empreendedor prossiga com estudos mais detalhados para a elaboração do projeto executivo, assim a obtenção da LP não autoriza a construção ou operação do flutuante.
Licença de Instalação (LI): é concedida após a aprovação do projeto executivo do flutuante, nesta fase o empreendedor deve apresentar um projeto detalhado, incluindo as especificações técnicas, planos de construção e detalhes de instalação, assim o IPAAM avaliará o projeto para garantir que este atenda a todas as regulamentações e normas ambientais aplicáveis, assim a concessão da LI autoriza a construção do flutuante nas condições solicitadas pelo órgão ambiental competente.
Licença de Operação (LO): é concedida após a conclusão da construção do flutuante e a realização dos testes necessários, o empreendedor tem que comprovar que o empreendimento foi construído de acordo com o projeto aprovado, e devem ser estabelecidos e demonstrados os procedimentos de operação e controle ambiental, assim autoriza a operação do acordo flutuante com as condições da licença.

Fonte: Autores (2023).

Essas são as principais legislações encontradas para o licenciamento ambiental na cidade de Manaus, porem o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/AM) no ano de 2022 realizou uma reunião ordinária no qual decidiu suspender temporariamente por um período de 24 meses, a emissão de novas licenças ambientais para a operação de flutuantes, devido à grande quantidade de estruturas na bacia do Tarumã-Açu, conforme Resolução CERH-AM n° 07, de 7 de abril de 2022, ficou suspensa até que seja aprovado e publicado o Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu .

Assim os flutuantes que não estiverem já adequados conforme a R.N. não poderão obter as licenças e terão que retirar as estruturas conforme prazo estipulado pela justiça, a mesma é válida até estiver aprovado o Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu feito pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu (CBHTA), citada também na resolução nº 07/2022, com propósito de criar uma avaliação ambiental sobre a bacia do rio Tarumã e toda sua orla, a fim de definir parâmetros de ocupação e sua capacidade de suporte as atividades dos flutuantes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho mostra a análise do impacto ambiental e socioeconômico gerado pelos fluentes às margens do Tarumã-Açú e localidades. Para isso, foram realizadas visitas *in loco* onde foram realizadas, entrevistas a comunidade local, além da análise documental, onde foram identificar os principais impactos. Visto isso, foi identificado que a situação dos flutuantes na orla de Manaus é complexa, pois ela envolve diversas questões ambientais e socioeconômicas.

Existem na região cerca de 900 flutuantes instalados e a maioria de forma irregular, afetando diretamente o meio ambiente, principalmente por meio da poluição da água causada pela ausência de tratamento de esgoto e resíduos sólidos descartados de

maneira inadequada, porém para os moradores, os comércios são fonte de benefícios como a geração de renda e empregos na comunidade.

É fundamental encontrar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental. A implementação de regulamentações rigorosas, fiscalização, a aplicação efetiva da legislação ambiental e a colaboração entre autoridades locais, proprietários de flutuantes e comunidade são essenciais para resolver essa questão. O processo é lento, e com a seca atual no estado tem dificultado no cumprimento da ação civil de fiscalizar e solicitar regularização, desde já colocamos que a promoção da educação ambiental e conscientização da comunidade e a adoção de sistemas de tratamento de esgoto e gestão de resíduos nos flutuantes é fundamental para minimizar os impactos negativos e aproveitar os benefícios econômicos dos flutuantes na orla de Manaus, ao mesmo tempo em que garantem a proteção do meio ambiente e a qualidade de vida das comunidades locais.

REFERÊNCIAS

[1] CHAVES, S. O. C. **Vigilância sanitária em saúde do trabalhador em postos revendedores flutuantes de Manaus, Amazonas.** 2019. Tese de Doutorado. Disponível em: < https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/47454>

[2] CUNHA, A. F.; SILVA, S. **Análise da gestão de resíduos sólidos no trecho entre o terminal portuário da Manaus Moderna e IP4 município Careiro da Várzea/AM**. Peer Review, v. 5, n. 22, p. 209-223, 2023.

[3] DAMASCENO, S. B.; SOUZA FILHO, Elton Alves; ALVES, S. B. S. M**. Usos múltiplos dos recursos hídricos em propriedade rural na Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu**. Manaus Am. Meio Ambiente em Foco, Volume 8, p. 46.2021.

[4] FERREIRA, A. G. **Empreendimentos turísticos em formação: um estudo de caso nos flutuantes no Taruma-Açu em Manaus - Amazonas.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Turismo). Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2019.

[5] GREGORIO, D. K. **Sobre as águas da Amazônia: habitação e cultura ribeirinha.** Monografia (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) FAUUSP-USP, 2019.

[6] LEITÃO, M. V. L.; WACHHOLZ, F. **Uso da Terra nas áreas de Preservação permanente da Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão Em Manaus/AM**. 2023.

[7] SIQUEIRA, L. F.; JUNIOR, N. P. F. **Estudo hidrológico do efeito de barramento hidráulico no rio Tarumã-Açu, Manaus – AM.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 22, nº 1, 2021.

[8] TJAM - Poder Judiciário do Estado do Amazonas – PROCESSO CIVIL DE Nº 0056323-55.2010.8.04.0012, 2023.

[9] QUEIROZ, K. O. **Arranjos territoriais flutuantes dos lagos urbanos de Tefé e Coari no Amazonas.** Mercator (Fortaleza), v. 21, 2022.

[10] QUEIROZ, K. O. **As lanchas "ajato" no Solimões: modernização pretérita e integração territorial.** Novos Cadernos NAEA, v. 22, n. 1, 2019.

[11] RAMOS, M. A. R.; SANTOS LOPES, G. C.; CARVALHO, C. E.; CAPÍTULO II **Plasticidade Trófica da Tilápia do Nilo no igarapé da cachoeira Alta do Tarumã, Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu (Amazonas-Brasil).** Centro de Ciências do Ambiente, PPG Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, p. 53, 2022. Disponível em: < https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/9421/5/Dissertação_Marcos_Ramos_%20PPGCASA.pdf>

[12] RAMOS, M. F. L.; WACHHOLZ, F.; SILVA NETO, J. C. A. **Qualidade dos recursos hídricos na comunidade flutuante Lago do Catalão, Iranduba-AM.** Caminhos Geogr., v. 21, n. 73, p. 98-115, 2020. Disponível em: < https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/47290.>

[13] SOUZA, A. C. B.; SANTOS, V. N.; SILVA, J. M. L. **Flutuantes do Lago do Aleixo: Modo de vida e**

Impactos Ambientais. Somanlu: Revista de Estudos Amazônicos, v. 2, n. 2, p. 132-140, 2022. Disponível em: < https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/somanlu/article/view/11067/8010>

[14] VIANNA, P. H. F.; HOLANDA, E. C. Conselho Estadual De Recursos Hídricos Do Amazonas Na Gestão E Planejamento Da Revitalização De Rios Urbanos. *2022. Disponível em: < https://www.abrhidro.org.br/xivenau>

Capítulo 20

Redução e controle da poluição ambiental gerada pelo descarte de plásticos de porcelanatos: uma análise usando o Diagrama de Ishikawa

Ronison de Oliveira Rodrigues
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: O descarte inadequado de resíduos sólidos, como plásticos, é um grande problema que gera consequências a todos os ecossistemas. Empresas que utilizam e produzem plástico devem adotar práticas sustentáveis, como a redução de plásticos descartáveis e a promoção de alternativas ecológicas, além de sistemas eficazes de reciclagem. Este trabalho é um estudo de caso que examinou as práticas de uma empresa de porcelanato na cidade de Manaus, com o objetivo de identificar maneiras de reduzir a poluição ambiental causada pelo descarte de suas embalagens plásticas. O controle de qualidade no descarte de plásticos por empresas é essencial para reduzir os impactos negativos da poluição plástica no meio ambiente. Os dados desse trabalho foram obtidos por meio de entrevistas com funcionários da empresa. A ferramenta de controle de qualidade usada foi o diagrama de Ishikawa, que identifica as causas raízes dos problemas a partir de 6 categorias bases. O processo envolveu etapas de planejamento, mapeamento e identificação das fontes e causas de descarte inadequado de plástico durante os meses de abril a setembro de 2023. A partir dessas análises foi possível concluir que a principal estratégia no manejo do descarte de resíduos plásticos é a conscientização de todos os funcionários independente de hierarquia, a fim de afirmar os investimentos em reciclagem como um ganho para empresa e não apenas mais um gasto.

Palavras-chave: Resíduos Plásticos, Descarte, Empresas, Diagrama De Ishikawa.

1. INTRODUÇÃO

A poluição ambiental é um problema de escala global onde as ações do humanas têm lançado uma gama de poluentes no meio ambiente, causando danos irreparáveis a natureza. Fatores como a urbanização e a industrialização são cotados como estimuladores do consumo e produção e aumento dos resíduos sólidos que quando não desenvolvidos de sustentavelmente podem trazer danos a saúde publica (RIBEIRO, 2019).

Atualmente, o uso dos materiais plásticos e embalagens tem se tornado um grave problema ambiental no planeta, pois são facilmente descartados ao meio, o qual leva em torno de 400 a 1.000 anos para se decompor uma vez que a poluição plástica prejudica ecossistemas terrestres e aquáticos (SOUZA et al., 2021), bem como representa uma ameaça à saúde humana (MASUD et al., 2022). Nesse contexto, as empresas que utilizam e produzem plástico têm a responsabilidade de adotar práticas sustentáveis em toda a cadeia de valor, desde a produção até o descarte destes produtos. Isso inclui a redução do uso de plásticos descartáveis, a promoção de alternativas mais ecológicas, como embalagens reutilizáveis e biodegradáveis, e a implementação de sistemas eficazes de reciclagem (CAMPOS; HOBOLD, 2017).

De acordo com o portal do Conselho Federal de Química (CFQ), apesar das soluções que o plástico trouxe à humanidade tornou-se necessário implementar nas empresas uma gestão de controle de qualidade no descarte dos plásticos, buscando práticas que visem reduzir os impactos prejudiciais do descarte inadequado, assim como também a conformidade com a lei, uma vez que as empresas precisam cumprir o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estando sujeitas a sofrerem penalidades como multas, perda da lincença e até mesmo reclusão de até 3 anos dos responsáveis pela empresa (CFQ, 2021).

É necessário o controle de qualidade no descarte de plásticos por empresas, uma vez que os impactos negativos que a poluição plástica representa uma ameaça significativa à fauna e à flora, além de poluir fontes de água e solos. Diante disso, se faz necessário que as empresas desempenhem seu papel na redução desses impactos através de boas práticas no controle da qualidade dos descartes afim de contribui para um futuro mais sustentável.

A fim de identificar seus processos de descartes de plástico e ações para que esse descarte seja feito de forma adequada, é a aplicação do diagrama de causa e efeito, ou diagrama de Ishikawa, uma ferramenta que permite a análise de causas subjancentes dos problemas para que se possa chegar a fundo na solução (BURGASÍ *et al.*, 2021). Esta ferramenta já foi utilizada em áreas empresariais correlatas, como na avaliação de desperdício de alimentos, onde uma indústria figorífica utilizou dela para verificar a origem do desperdício de comida no refeitório da fábrica (SILVINA, *et al.,* 2019).

O diagrama também foi utilizado por Nery *et al.* (2017) para a melhoria de processos de descartes de embalagens visando controlar desvios de peças. Após a aplicação do diagrama de causa e efeito, os autores observaram falta de meios de medição como a falta de rastreabilidade do fluxo de descarte, mão de obra pouco motivada devido a acumulo de função, método de descarte inadequado onde plástico e papelão estavam sendo descartados nos mesmo recipientes, material organizado de forma que dificultava o acesso as informações do mesmo, além de um meio com pouca iluminação, e uma rede de internet insuficiente que dificultava os processos da empresa. A partir dessa identificação possibilitada pelo diagrama de causa e efeito, foi possível desenvolverem planos de ação baseados em outras ferramentas de qualidade como o 5W2H.

Outro âmbito que esta ferramenta também foi utilizada foi na elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos de construção civil (RCC). O trabalho desenvolvido no clima semiárido do sertão Paraibano demonstrou através da aplicação do diagrama de Ishikawa que a produção exacerbada de RCC estava ligada a) aos materiais armazenados inadequadamente acabando por danifica-lo e o tornando inapto para uso; b) a falta de mão de obra treinada, sem o conhecimento de práticas de reaproveitamento e não desperdício, gerando acúmulo de material por mal uso dos insumos; c) o clima da região que interfere diretamente no acondicionamento ideal desse material; d) e a falta de manutenção das máquinas, principalmente das betoneiras (SOUSA, *et al.* 2020).

Assim, o objetivo desse trabalho foi realizar um estudo de caso qualitativo em uma empresa de porcelanato, localizada na cidade Manaus-Amazonas, buscando identificar através do diagrama de causa e efeito de Ishikawa as práticas que possibilitariam a redução e o controle da poluição ambiental causado pelo descarte das embalagens plásticas provenientes dos produtos recebidos por esta empresa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo de caso utilizou uma abordagem de investigação qualitativa para a avaliação das práticas que possibilitariam a redução e o controle da poluição ambiental gerado pela produção. Para isso foi utilizada uma abordagem baseada na observação dos descartes plásticos, na coleta de documentos fiscais, atividades de sensibilização pública, mudança de comportamento, implementação de melhorias e a busca pela conformidade regulatória. Trata-se de pesquisa exploratória com o objetivo de proporcionar uma análise do processo de descarte, observando-o desde a recepção das cargas até a destinação final.

A coleta dos dados foi realizada a partir da interação com trabalhadores da empresa, e consistiu na explicação sobre quais eram os processos pelo qual a mercadoria passa desde sua recepção até o descarte de suas embalagens, além da consessão das notas fiscais referentes aos meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro de 2023. Após a coleta de dados a ferramenta de controle de qualidade, diagrama de Ishikawa.

Desenvolvido por Kaoru Ishikawa, o diagrama consiste em uma espinha de peixe horizontal, com a causa raiz do problema sendo representada na extremidade direita e as causas potenciais estendendo-se como espinhas da espinha de peixe. As principais categorias frequentemente usadas são os chamados 6 M que incluem: Máquina, Mão de obra, Medida, Método, Matéria-prima e Meio. Neste trabalho estas categorias auxiliaram na compilação das possíveis causas que levam ao descarte incorreto de embalagens plásticas para que então fosse chegar à causa principal do problema facilitando a tomada de decisões para resolução do problema da melhor forma possível (MOREIRA; LOOS, 2018).

O desenvolvimento do trabalho obedeceu às seguintes etapas:

- Planejamento: Nesta etapa foi possível se situar dos procedimentos internos da empresa na recepção de novas mercadorias e o nível de conhecimento dos funcionários acerca de descarte correto de plásticos. Dessa forma, o funcionário que se dispôs a ser entrevistado foi questionado sobre quais são os processos pelo qual a mercadoria passa antes de ter sua embalagem descartada, e sobre se era disponibilizado pela empresa algum curso de formação sobre o manejo correto no descarte dessas embalagens, e o impacto disso no mundo.

- Mapeamento: Nesta etapa as notas fiscais referentes as mercadorias recebidas durante os meses de abril a setembro de 2023 foram compiladas. Elas foram separadas por mês de referência e quantificadas com a finalidade de contabilizar a quantidade de material recebido em cada mês, e assim ter uma
- Identificação: Nesta última etapa, após compilar todos os processos da mercadoria ao chegar na empresa até o descarte de sua embalagem, e compilar a média mensal de mercadoriras recebidas, foi possível aplicar os dados compilados no diagrama de Ishikawa afim de identificar quais seriam os possíveis fatores que estariam levando ao descarte inadequado das embalagens plásticas.

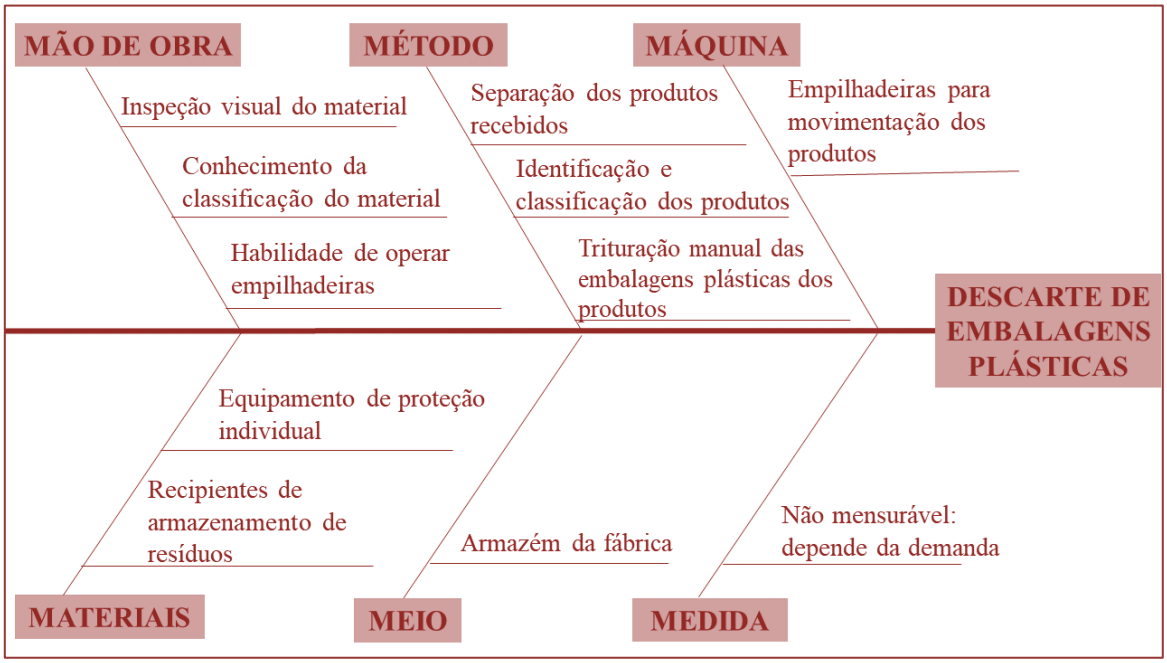
3. RESULTADOS

Nesta seção, serão apresentados os resultados da pesquisa desenvolvida em uma empresa de venda de matérias de acabamento para obras de construção civil, como pisos e revestimentos. Durante a fase da coleta de dados e planejamento, foi construído um Diagrama de Ishikawa visando identificar as causas do descarte incorreto dos resíduos plásticos proveniente das embalagens plásticas desses porcelanatos. Para isso foram descritos os passos dos produtos desde a recepção do porcelanato até o descarte final da sua embalagem, visando abranger todas as etapas que de alguma forma envolviam as embalagens plásticas de cada produto.

Chegando à empresa de porcelanatos, a mercadoria passa por vários processos de análise visual. Primeiramente, a sua documentação precisa ser verificada, deve constar na nota fiscal os valores da mercadoria e sua quantidade para que então a mesma possa ser aceita e sua nota fiscal arquivada. Após este processo uma nova etapa de inspeção visual é realizada, neste ponto é necessário verificar a integridade do material. A mercadoria será então identificada e classificada de acordo com referência, cor, tamanho e forma. Somente após estas inspeções que os procedimentos para o descarte do plástico que envolve as embalagens dos porcelanatos são efetuados. As embalagens plásticas eram trituradas manualmente, a fim de fragmentar o seu tamanho e facilitar o armazenamento em recipientes de coleta, que posteriormente são levados aos processos de descarte de acordo com as diretrizes locais e capacidade reciclagem disponível.

A partir da descrição desse caminho feito pelo produto recebido, foi alocado a categoria de mão de obra a capacitação técnica dos funcionários para a realização de inspeção e classificação do produto, assim como a operação de empilhadeiras. Para a categoria de métodos, foram compilados os procedimentos de separação dos produtos, e posterior identificação e classificação dos mesmos, além do procedimento de trituração manual das embalagens plásticas. Na categoria de máquina, foram alocadas as empilhadeiras utilizadas para a movimentação dos produtos. Para a categoria de materiais, foram alocados os materiais de proteção individual utilizados durante os processos, e os recipientes de coleta dos resíduos plásticos (Figura 1). O armazém da fábrica é o local onde todo esses procedimentos ocorrem, então foi categorizado como meio. Já para a categoria de medida, a quantidade de produtos recebidos e de embalagens descartadas é de difícil mensuração, pois depende da demanda de clientes (Tabela 1), e o tempo que leva para realizar todos os procedimentos também depende da quantidade de produtos recebidos.

Figura 1: Diagrama de Ishikawa – Possíveis causas do descarte inadequado de embalagens plásticas de matérias de porcelanato.



Fonte: Autores (2023).

Após a fase de planejamento, onde nos situamos sobre os processos internos da empresa desde a recepção até o descarte de resíduos, iniciamos a etapa de mapeamento. Nesta etapa buscamos quantificar as embalagens que foram descartadas ao longo dos meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro do ano de 2023, período em que foi desenvolvido o trabalho. Para isso foram utilizadas as notas fiscais de cada mês extraindo informações como: a quantidade de *containers* recebidos em cada mês, a quantidade de paletes por *container* recebido, e a quantidade mensal de paletes.

Dessa forma foi considerado que cada palete deu origem a uma embalagem estimando-se assim que durante o período desse estudo cerca de 2609 embalagens foram descartadas. Ao calcular a média dos containers recebidos entre abril e setembro tem-se um total de 14 containers por mês, enquanto a média dos paletes por container recebido é de 31 paletes por container, no entanto, ao olhar os números brutos é possível verificar que existe uma discrepante variação de mercadoria recebidas ao longo dos meses. Por exemplo: enquanto em abril houve cerca de 160 paletes, em maio foram 384, e em junho 275. Tal variação foi questionada a funcionários da empresa e foi constatado que os pedidos são feitos de acordo com as demandas de clientes, não havendo outros fatores como interferência de épocas festivas. Os dados compilados na Tabela 1.

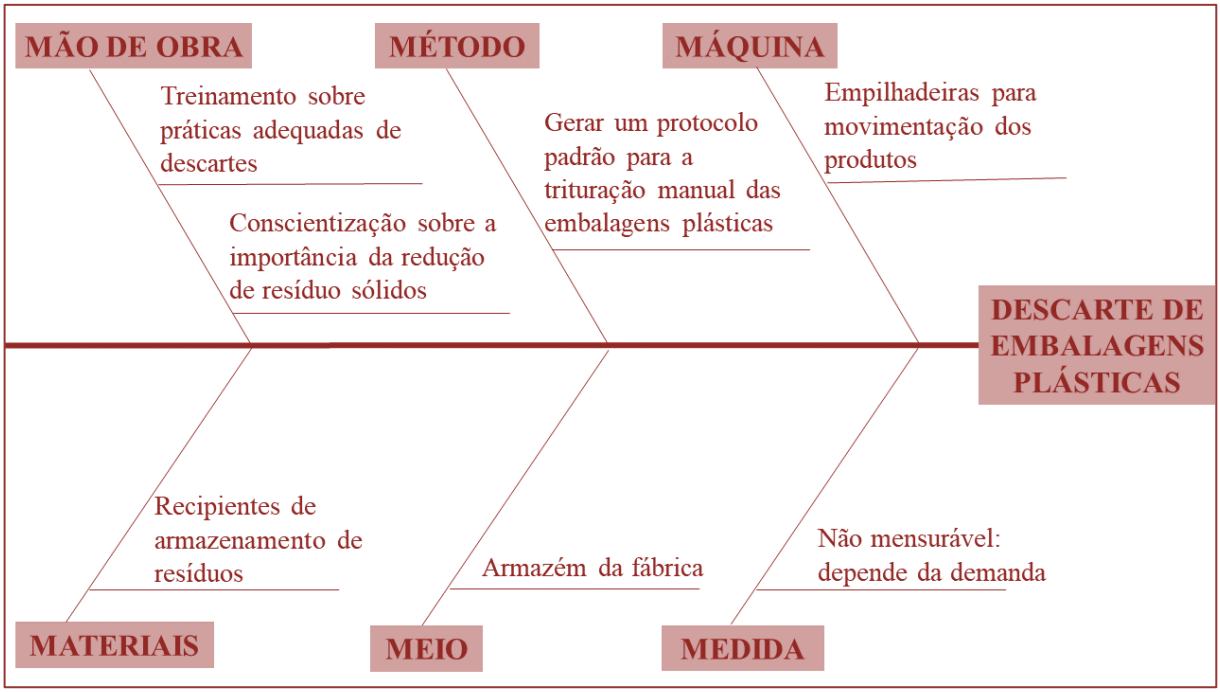
Tabela 1: Controle de entrega de mercadorias

Mês	Quantidade de Notas Fisicais	Containers recebidos	Quantidade de palete por container	Soma de total de páletes
Abril	37	8	20	160
Maio	63	12	32	384
Junho	55	11	25	275
Julho	83	17	30	510
Agosto	123	24	32	768
Setembro	79	16	32	512
Total Geral	440	88	171	2609

Fonte: Autores (2023).

Após dividir todos os processos internos da empresa dentro das seis categorias do Diagrama de Ishikawa e avaliar a quantidade de embalagens plásticas que se vem a se tornar resíduos sólidos desse processo foi possível identificar as atividades da fábrica que podem levar ao descarte incorreto desses resíduos de embalagens plásticas, e a partir desses dados coletados as seguintes medidas fossem propostas para abordar esses problemas (Figura 2).

Figura 2: Diagrama de Ishikawa – Medidas propostas para melhor descarte de resíduos plásticos



Fonte: Autores (2023)

As categorias de máquina, meio, e medida não apresentaram relação direta ou indireta com o descarte das embalagens plásticas. O maquinário utilizado nos processos da empresa são empilhadeiras que participam apenas dos processos de locomoção dos produtos, e não estão ligadas a fase de descarte. As categorias de meio e medida não apresentaram componentes que estivessem ligados ao descarte de embalagens plásticas.

Já as categorias de métodos, materiais e mão de obra apresentaram componentes ligados ao processo de descarte das embalagens. Para a categoria de método, foi possível verificar que todo o processo de descarte de embalagens é feito de forma manual pelos funcionários sem um protocolo específico, tal achado demonstrou ser a causa do descarte incorreto de embalagens, no entanto, estipular um protocolo operacional para essa etapa pode auxiliar na facilitação desse processo. Na categoria de materiais, foram alocados os recipientes cuja finalidade é o armazenamento dos resíduos plásticos. Neles os resíduos ficam armazenado até o dia em que a empresa de reciclagem contratada vai até a empresa coletar o material para descarte. Após a análise dessa categoria foi verificado que mesmo estando relacionada, esta não é a fonte causadora de descartes incorretos. Já na categoria de mão de obra, foi verificado que além da necessidade de qualificação para operar e vistoriar os produtos recebidos, existe a necessidade de conhecimento acerca da importância de realizar o descarte correto das embalagens plásticas dos produtos.

Assim, a categoria de mão de obra foi detectada como fonte causadora do descarte incorreto de resíduos plásticos, uma vez que está é a responsável por realizar a trituração das embalagens plásticas e alocar estes resíduos nos recipientes adequados de coleta. A falta de conhecimento sobre a necessidade de dar um destino final adequado para essas embalagens leva ao descarte de grandes quantidades de plástico nos lixos comuns, que não passaram pela empresa de reciclagem contratada e acabaram por voltar ao meio ambiente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez que as empresas são grandes produtoras de resíduos sólidos, se faz necessário estar sempre buscando novas estratégias para se adaptar as leis de coleta de resíduos e reciclagem, a fim de reduzir o impacto ambiental causado por estes resíduos, uma vez que as consequências do descarte incorreto trazem diversas intercorrências tanto para a fauna e flora quanto para a própria humanidade.

Através da aplicação do diagrama de Ishikawa, a categoria de mão de obras demonstrou que o principal agente no descarte incorreto de embalagens plásticas é a falta de informação dos funcionários acerca da necessidade desse processo. Ao identificar esse agente causador, foi possível propor a empresa que invista em cursos de instrução e formação para seus funcionários, afim de que essa problemática seja resolvida e a empresa possa assim estar nos conformes da lei e auxiliando a redução do impacto ambiental causado por resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

[1] AGÊNCIA BRASIL. **Brasil gerou 64 quilos de resíduos plásticos por pessoa em 2022.** Folha de Pernambuco, Pernambuco, 23 de março de 2023.

[2] BURGASÍ, D. D. D. *et al.* **El Diagrama De Ishikawa Como Herramienta De Calidad En La Educación: Una Revisión De Los Últimos 7 Años.** Revista electrónica TAMBARA. v.14, p.1212-30, 2021.

[3] CAMPOS, F. R.; HOBOLD, F. **Implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em uma empresa de Energia Elétrica**. Revista de Gestão&Sustentabilidade Ambiental. v.5, n.2, pp. 745-762, 2017.

[4] CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA (CFQ). **Descarte consciente e reciclagem para evitar degradação do meio ambiente**. 05 de janeiro de 2021.

[5] IBERDROLA. **A poluição da água: como não colocar em perigo a nossa fonte de vida**.

POLUIÇÃO DA ÁGUÁ, 2023.

[6] LIMA, M. O. **Amazônia, uma história de impactos e exposição ambiental em paralelo à instalação de grandes empreendimentos na região.** Revista Pan-Amazônica de Saúde. v.7, n.2, 2016.

[7] MASUD, R. I. *et al.* **A review on enhanced microplastics derived from biomedical waste during the COVID-19 pandemic with its toxicity, health risks, and biomarkers.** Environmental Research, v. 216, pp. 114434, 2022.

[8] MATIAS, T. P. **A Sustentabilidade Ambiental: Da Utopia À Emergência.** Revista brasileira de educação ambiental. v.15, n.4, pp.160-174, 2020.

[9] MOREIRA, L. M.; LOSS, M. J. **Análise de rupturas de abastecimento de produtos em uma padaria por meio do Diagrama de Ishikawa.** Revista Espacios. v.39, n.3, pp. 9-20, 2018.

[10] NERY, S. M. *et al.* **Uso de ferramentas da qualidade para melhoria de processos de descarte de embalagens visando o controle de desvios de peças.** Simpósio de Excelência em Gestão e Teclogia. Indústria 4.0 e o uso de tecnologias digitais, 2017.

[11] RIBEIRO, H. **Poluição, um veneno silencioso para a saúde humana.** Revista de Ciência Elementar. v.7, n.4 pp.69, 2019.

[12] SILVINA, L. B. *et al.* **Análise De Desperdícios: O Descarte De Alimentos No Refeitório De Uma Indústria Frigorífica.** Revista Innovare. v.28, 2019.

[13] SOUSA, B. A. A. *et al.* **Uso das ferramentas de planejamento estratégico na elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos da construção civil – PGRCC.** A educação ambiental em uma perspectiva interdisciplinar. v. s/n, pp.410-20, 2020.

[14] SOUZA, A. B. *et al.* **Plástico no Mar: Polímeros à Deriva.** Química nova escolar, v. 43, n. 3, pp. 320-329, 2021.

[15] SZIGETHY, L.; ANTENOR, S. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos.** Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade, 01 de outubro de 2021.

Capítulo 21

Análise multitemporal do desmatamento no projeto de assentamento extrativista PAE Antimary no município de Boca do Acre – AM

Francisca Patrícia Vieira de Souza
Jean Paulo de Souza Vieira
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: A região amazônica é uma área importante do território nacional pela sua rica diversidade de espécies de flora e fauna. O objetivo desta pesquisa foi realizar uma análise evolutiva sobre o desflorestamento ocorrido na área do PAE Antimary em Boca do Acre – AM, considerado o intervalo dos anos de 2007 a 2022, compreendendo os dois marcos temporais importantes: 22/07/2008 e 22/12/2015. Foram realizadas composições coloridas RGB, realce linear de contraste das imagens. Em seguida, realizou-se a interpretação das imagens. Através de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com o auxílio do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), e uso de imagem obtidas por sensoriamento remoto. As imagens vão ser trabalhadas usando técnicas de geoprocessamento. A expansão do desmatamento entre 2007 e 2022 acarretou acumulado de aproximadamente 15,86% no período. Percebe-se que a partir de 2017 a taxa anual passa de 1,32%, chegando acima de 2,57% em 2022. Observou-se, diferenças tanto na análise temporal como nos padrões de distribuição do desmatamento ao longo do período de análise, onde constituem supressões irregulares sequenciais. A partir disso, essas informações são essenciais para a compreensão dos fenômenos ambientais e da logística territorial que resultam do impacto humano no meio ambiente

Palavras-chave: Desflorestamento, PAE Antimary, Fiscalização, Assentamentos rurais.

1. INTRODUÇÃO

A redução dos tamanhos das florestas naturais em todo o mundo tem ocorrido como resultado, principalmente, de incêndios, corte de árvores para propósitos comerciais, devastação de terras para utilização da agropecuária, ou até fenômenos naturais (FAUSTO *et al.,* 2023). Entre essas atividades, destaca-se o desmatamento, sendo um processo pelo qual as massas florestais passam a ser destruídas pelas próprias ações do ser humano na natureza (ANAQUERI, 2023), podendo promover alterações ecossistêmicas, como a redução das chuvas, redução da evapotranspiração, perda e fragmentação dos hábitats (CHAMBERS & ARTAXO, 2017; SANTOS et al., 2017). A principal consequência do desmatamento está atrelada ao desequilíbrio ambiental provocado pela perda da vegetação nativa. A remoção da vegetação provoca uma grande perda da biodiversidade, assim como a perda do habitat de animais e plantas, além de impactar também em enormes proporções o número de espécies em extinção (ANAQUERI, 2023).

De acordo com Soares Filho (2005), o desmatamento acelera a ocorrência de processos naturais que são intensificados pela ação humana. Ele interfere no ciclo hidrológico e ocasiona efeitos como o esgotamento das fontes de água, já que a retirada da vegetação dificulta a absorção da água da chuva pelo subsolo e o consequente abastecimento das reservas subterrâneas e das nascentes. Assim, quando se discute sobre as causas do desmatamento, verifica-se que na maior parte das áreas florestadas, este fato é causado diretamente pelas atividades produtivas desenvolvidas pelo ser humano em sua totalidade (SOUZA *et al.,* 2023). A remoção da vegetação impacta diretamente no aumento da erosão e da desertificação, por exemplo. Ainda,

O Brasil é o quinto país no mundo em extensão territorial, em torno de 1,7% da superfície da terra (5,7% das áreas emersas) e 47,3% da América do Sul (BENJAMIN, 2011). Com essa dimensão territorial, verificou-se que no ano de 2020 em torno de 1,7 milhão de hectares foi desmatado no País, liderando assim o *ranking* mundial de desmatamento de maneira isolado (GFW, 2022). Ao mesmo tempo, o IBGE (2020) mostrou que o Brasil vem perdendo 513 mil km^2 de área verde em duas últimas décadas, o equivalente a 6% do território nacional.

Ainda, segundo nota do Projeto Colabora (2021), no ano de 2020 a perda da floresta primária no Brasil aumentou em 25%, com relação ao ano de 2019, essa perda causou fragmentação das florestas e o uso de queimadas para preparo de área agrícola e, assim, avançam sobre as florestas e aumentando os números da perda de floresta, ano após ano (LOVEJOY & NOBRE, 2018).

A Floresta Amazônica é uma das maiores florestas tropicais do mundo e está localizada na região norte da América do Sul, ocupando em torno de 61% do território brasileiro. Ela compreende um dos maiores e mais diversificados biomas do planeta, contendo uma rica biodiversidade de fauna e flora com alto grau de endemismo. Em uma área de quase quatro mil km^2, ela integra oito estados brasileiros e 125 unidades de conservação federal (PORTO, 2015; ICMBIO, 2021; LEITE, 2023).

De acordo com Leite (2023), a floresta Amazônica é rica em biodiversidade, possui uma fauna que corresponde a 80% das espécies no Brasil e uma flora que contém de 10 a 20% das espécies vegetais do planeta terra, sem contar que os rios da Amazônia representam a maior reserva de água doce no mundo. Em torno de 8 trilhões de toneladas de água evaporam todos os anos, e isso influência no fluxo de calor e na circulação atmosférica global (MELLO; ARTAXO, 2017). As constantes queimadas, o comércio ilegal

de madeira, o contrabando e caça de animais, tudo contribui para uma crescente diminuição da cobertura vegetal amazônica diminuição das chuvas e mudança na distribuição espacial (ROSSONI & MORAES, 2020; LEITE, 2023). Em decorrência do desmatamento estima-se que a floresta Amazônica tenha perdido em torno de 50% de sua capacidade de reciclagem e bombeamento de água (MARENGO & SOUZA JR., 2018).

O desmatamento vem sendo considerado como "questão de urgência" em todas as agendas ambientais, devido a sua influência no clima em escala global que impacta diretamente na diversidade biológica e cultural (IPCC, 2021). O desmatamento de florestas na Amazônia alcançou um novo e alarmante patamar nos últimos três anos. Segundo o Projeto de Monitoramento do Departamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES) estima-se que foram desmatados mais de 730 mil km^2 dentro do Bioma Amazônia, e mais de 800 mil km^2 de área desmatada dentro da Amazônia Legal Brasileira (INPE, 2023). Mesmo com essas consequências, há o crescimento de modalidades diferenciadas do uso da terra, especialmente no estado do Amazonas, como os Projetos de Assentamento Agroextrativistas – PAE (LEAL, 2021).

Os assentamentos têm grande importância na distribuição de terras. Por outro lado, as atividades desenvolvidas nos assentamentos estão ligadas à agricultura e à exploração madeireira, as quais têm alto potencial para gerar desmatamento e degradação florestal na Amazônia. (IMAZON, 2013). No que se refere ao Projeto de Assentamento Extrativista Antimary, como uma natureza um pouco distinta da reserva extrativista em razão da possibilidade de permanência territorial dos povos tradicionais que se beneficiam da extração dos produtos não-madeireiros do território protegido, o PAE (Projeto de Assentamento Extrativista) foi criado para proporcionar a possibilidade de desenvolvimento sustentável de nativos da região conservada. (SILVA, 2023).

Portanto, o trabalho tem como objetivo avaliar evolução do desmatamento e a supressão da vegetação nativa existente a partir da presença antrópica no Projeto de Assentamento Extrativista – PAE Antimary, em Boca do Acre, sendo considerado o intervalo dos anos de 2007 a 2022 compreendendo os dois marcos temporais importantes: 22/07/2008 e 22/12/2015 através de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com o auxílio do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), com uso de imagem obtidas por sensoriamento remoto. As imagens vão ser trabalhadas usando técnicas de geoprocessamento para obter maior precisão de informações do espaço selecionado, a fim de analisar precisamente o espaço escolhido como área de estudo.

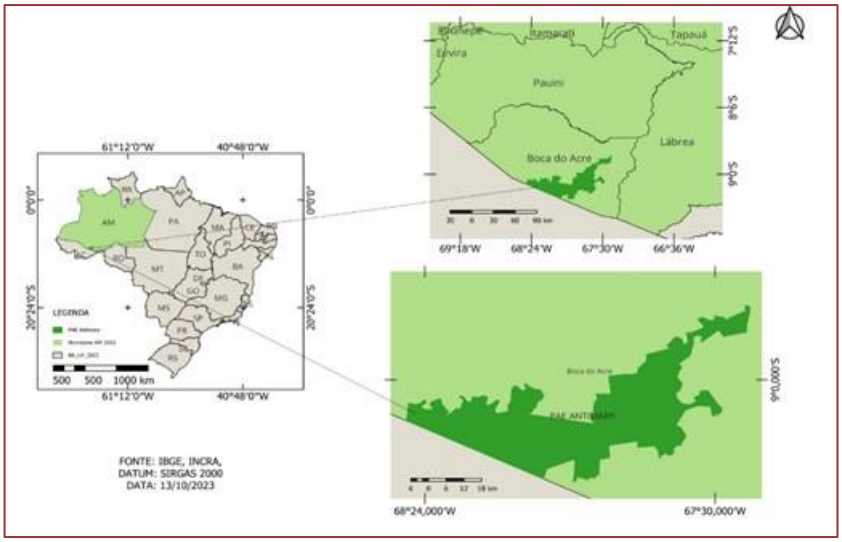
2. METODOLOGIA

2.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A presente análise visa informar a presença antrópica na área do PAE Antimary, a partir da supressão da vegetação nativa existente na área após o ano de 2007 até dezembro de 2022. O Projeto de Assentamento Extrativista – PAE Antimary, localizado divisa do Acre e Amazonas, sendo aproximadamente 150 Km do município de Boca do Acre – AM na confluência dos rios Purus e Antimari e está inserido entre as coordenadas geográficas de: 67°58'26.40"W 7°37'41.74". No limite do estado do Acre e seus municípios, com populações urbanas e agrícolas e na parte do Amazonas, seringais particulares, terra indígena e unidade de conservação federal população urbana e rural. (como mostra a Figura 1)

De acordo com a classificação Köppen, a área de estudo é caracterizada por possuir um clima tropical quente e úmido, ou seja, o inverno apresenta uma estação seca ou de estiagem nos meses de novembro a abril. Por sua vez, o período de verão é dos meses de maio a setembro (MEDEIROS et *al.,* 2021). Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2023), a precipitação média anual varia em trono de 4.500 mm ano -1 e, o período chuvoso apresenta precipitação média de 300 – 350 mm no e variação de temperatura 25,5 a 31ºC.

Figura 1: Cartografia da localização do PAE Antimary.



Fonte: Autores (2023).

2.2. ESTRUTURA E ANÁLISE DOS DADOS

O PAE Antimay é Projeto de Assentamento Extrativista pertencente ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e foi criado por meio do Decreto nº 1.055 em 28 de julho de 1988, constituindo uma área de 222.429,8545 hectares, com capacidade para 1.118 famílias. Desta forma, foi realizado uma pesquisa bibliográfica utilizando a base de dados na área de estudo em questão para contextualizar a situação anterior e atual do PAE Antimary no período de estudo.

Foi obtido junto a INCRA a base cartográfica digital georreferenciada, Sistema de Projeção SIRGAS 2000 contendo os shapefiles do PAE Antimary.

As imagens foram obtidas através da base de dados do EarthExplorer, sendo correspondente a United States Geological Survey – USGS. Os dados correspondem as imagens de satélites Landsat-8 e Landsat-5 para os anos 2007,2008 e 2015 respectivamente. Por sua vez, as datas das imagens são correspondentes aos meses de julho, agosto e setembro. Desta forma, adotou-se com a cobertura mínima no período de estiagem na Amazônia, sendo considerado a presença/interferência de nuvens e melhor visibilidade devido à qualidade das imagens. O Quadro 1 define com detalhes o que significa a nomenclatura das imagens do satélite Landsat que foram utilizadas:

Quadro 1: Nomenclatura das imagens do satélite Landsat:

Landsat-5: Indica que a imagem foi adquirida pelo satélite Landsat 5
LT05: Código que representa a missão Landsat 5.
L2SP: Indica que os dados são um produto de Nível 2 (Level 2), especificamente Surface Reflectance (Reflectância de Superfície).
002066: Identificador de Path e Row no Sistema de Referência Mundial 2 (WRS-2). Ponto e Órbita
20070731: Representa a data de aquisição da imagem no formato AAAAMMDD.
20200830: Indica a data em que os dados foram processados ou a última data de atualização, no formato AAAAMMDD.
02: Refere-se à versão da coleção de dados.
T1_SR: Representa o produto de refletância de superfície Tier 1. Valores de reflectância de superfície de alta qualidade.

Fonte: Autores (2023).

Atendendo ao Marco Temporal de 2008, para a confecção e análise da imagem foram utilizadas as imagens de satélites Landsat-5 LT05_L2SP_002066_20070731_20200830_02_T1_SR, e T05_L2SP_002066_20080802_20200829_02_T1_SR. Como as imagens são baixadas no formato tif como arquivo raster monocromático (preto/branco), foi feito a composição RGB das Bandas 6, 5 e 4 da imagem, onde os números associados a essas bandas ou canais são usados para identificar e distinguir as diferentes informações espectrais contidas na imagem. Cada número associado a essas bandas é usado para representar a intensidade da radiação eletromagnética detectada naquela faixa específica. A Banda 1 do Landsat-5, geralmente representa a luz azul, a Banda 2 representa a luz verde, a Banda 3 representa a luz vermelha, permitindo a visualização das informações contida nas imagens com mais detalhes.

Em atendimento ao marco temporal 22/12/2015, estabelecido na Instrução Normativa nº 99, de 30 de dezembro de 2019, foi utilizado a imagem de Landsat-8 LC08_L2SP_002066_20151009_20200908_02_T1_SR e RGB das Bandas 5, 4 e 3.

Além disso, para a classificação do desmatamento a partir do ano de 2008 foram utilizados os incrementos no desmatamento, bioma Amazônia (2008 a 2022) disponíveis na plataforma TerraBrasilis – DPI/INPE. Para o tratamento das imagens e identificação das áreas de desmatamento foi utilizado o software QGIS, versão 3.28.6, projeto oficial da *Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)*. Adcionalmente, o software também foi utilizado para gerar mapas temáticos - nome que se dá aos mapas cujam representam alguma informação física, como vegetação, climática, geológica - sobre sendo o resultado do processo.

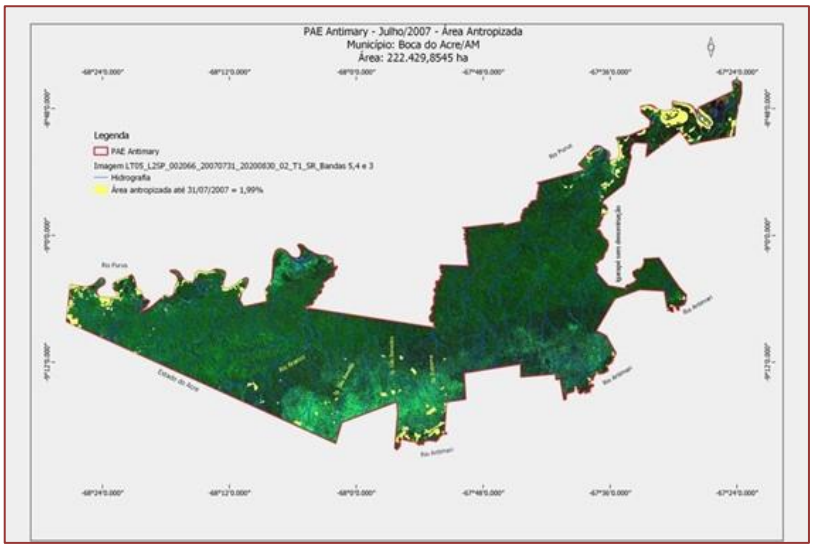
3. RESULTADOS

A classificação das imagens de satélite resultou na elaboração de três imagens que compõem os mapas temáticos da análise multitemporal do PAE Antimary no município de Boca do Acre-AM. Esses resultados permitiram a elaboração de estudo quantitativo do uso do solo na área do projeto de assentamento.

A Figura 2 foi elaborada para demonstrar a situação de uso e ocupação do PAE Antimary antes de 22/07/2008, referente ao Marco Temporal do novo Código Florestal. É possível verificar as áreas com ocupações antrópicas que ocupam em torno de 1,99% da

área total do imóvel. Todavia, esse percentual não pode ser considerado um cálculo exato, tendo em vista as alterações permanentes que acontecem no rio Purus devido ao arrombamento de seus meandros.

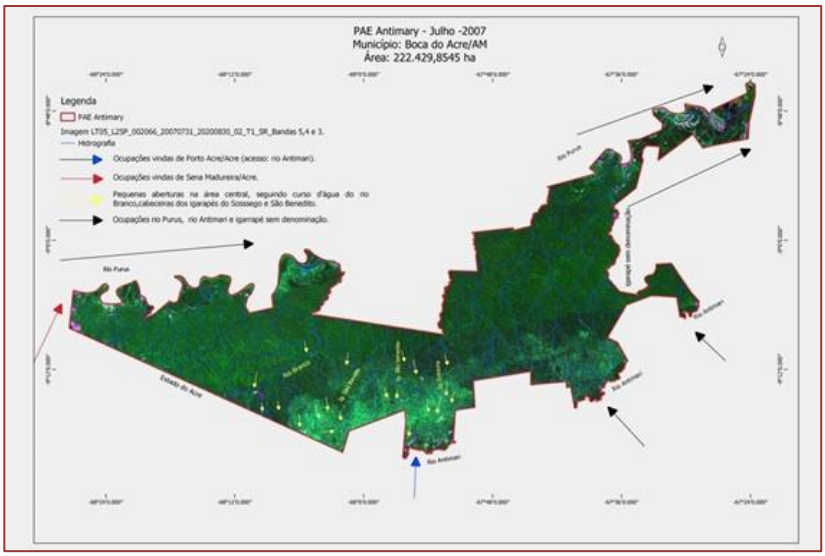
Figura 2: PAE Antimary área antropizada até 31/07/2007.



Fonte: Autores (2023).

Igualmente apresentada para o ano de 2007, a Figura 3 mostra uma imagem a qual apresenta a direção das ocupações na PAE Antimary. Na legenda é possível observar setas pretas que são indicativas da direção da presença de atividade humana nas margens dos rios Purus e Antimari. A porção oeste da ocupação está direcionada para Sena Madureira/AC, sendo representada pela seta vermelha. A seta azul representa a migração da atividade agrícola dos municípios de Bujari/AC e Porto Acre/AC. E finalmente as setas amarelas representam empreendimentos mais centrais, fluviais e terrestres.

Figura 3: PAE Antimary direção das ocupações até 31/07/2007.



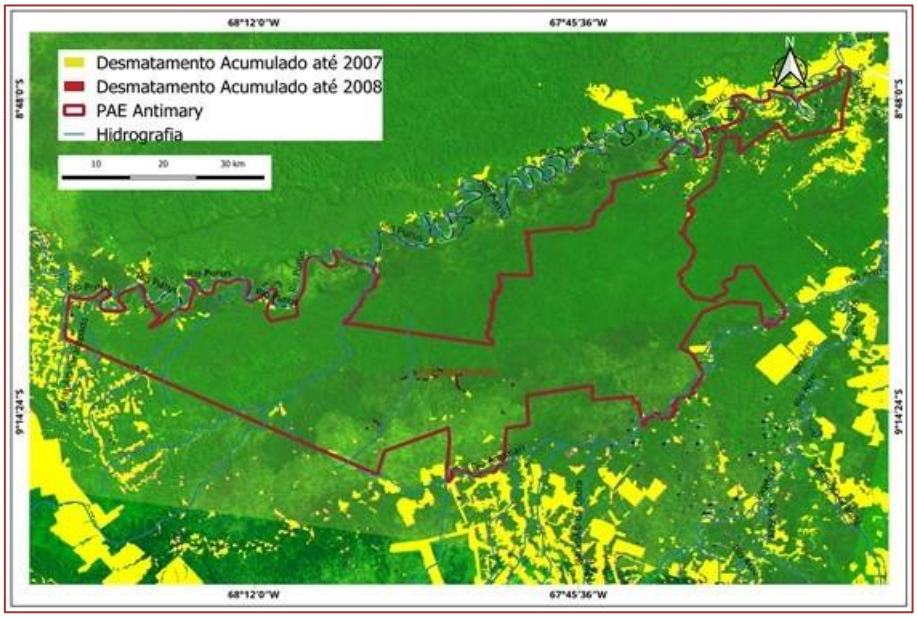
Fonte: Autores (2023).

A Figura 4 corresponde ao período analisado no ano 2008, onde está relacionado ao ano do marco do novo Código Florestal Brasileiro, período este em que os casos de desmatamento após a data de 22 de julho de 2008, são considerados supressão irregular, se não autorizados pelo órgão ambiental competente.

Assim, analisando a imagem de satélite nota-se um incremento anual de 0,18% do desmatamento no PAE Antimary (Figura 4). Nesse sentido, esta etapa, atende o requisito de área "consolidada" definida na lei 12.651 de 25 de maio de 2012, art. 2°, inciso IV. A lei define área rural consolidada: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio (BRASIL, 2012). Pousio, é um termo agrícola que descrever o período de tempo durante o qual a terra é deixada sem plantio ou é usada para o cultivo de plantas de cobertura. O objetivo principal do pousio é permitir a recuperação do solo e restaurar seus nutrientes melhorando sua estrutura física. (Figura 4).

A análise da imagem de 2015 é fundamental para garantir que seja concretizada a potencial regularização de quem mora na área em data anterior a 22/12/2015, marco da Instrução Normativa nº 99, de 30 de dezembro de 2019, do INCRA, que detalha os procedimentos para titulação de imóveis rurais em Projetos de Assentamento de Reforma Agrária.

Figura 4: PAE Antimary , ano de 2008.

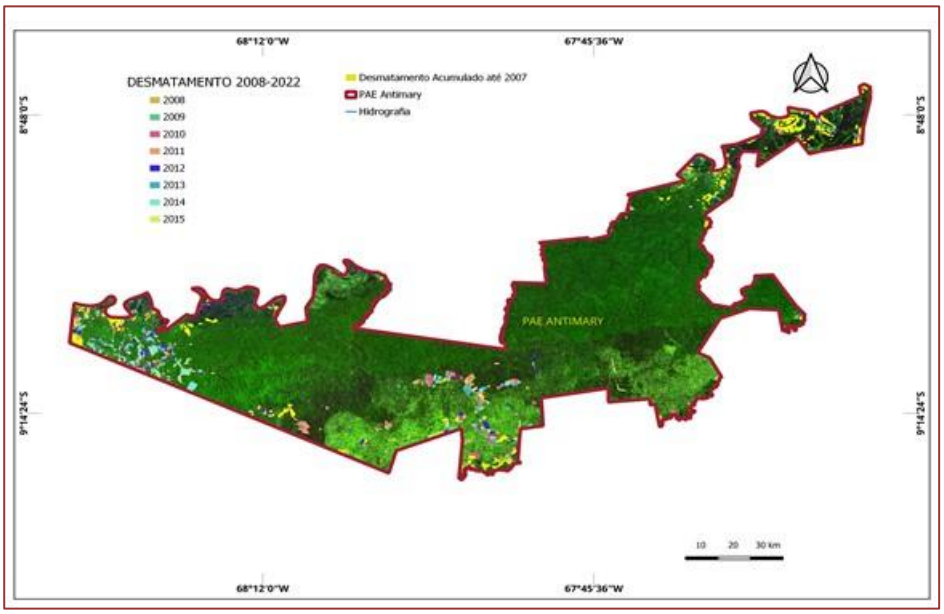


Fonte: Autores (2023).

Assim, observou-se um cenário de desflorestamento sucessivo no assentamento PAE Antimary. Os dados mostram um aumento significativo no desmatamento de 2008 a 2015, com um acumulado de 2,98%. A maior taxa de desmatamento ocorreu em 2014, com um incremento de 0,80%. As taxas anuais foram, em geral, inferiores a 1%, com uma taxa média de 0,37% ao ano.

Um fator que corrobora com o aumento do desmatamento na região está relacionado ao baixo preço da terra e à alta produtividade e rentabilidade da sua pecuária, com vistas a proporcionar a produção com baixo investimento (IMAZON, 2015). (Figura 5)

Figura 5: PAE Antimary – 2015.



Fonte: Autores (2023).

Ainda, o incremento anual do desmatamento no período de 2008 a 2022 pode ser observado na Tabela 1, dados esses disponibilizados por meio da plataforma TerraBrasilis. Durante o período analisado o desmatamento acumulado totalizou 15,86%, o que equivale a área de 49 423 campos de futebol. Esse percentual é significativo porque demonstra o aumento do desmatamento, das queimadas e das práticas agrícolas irregulares. Percebe-se que a partir de 2017 a taxa anual passa de 1,32%, chegando acima de 2,57% em 2022, isso se deve a um fato de que nesse período de transição de governos e uma crise sanitária mundial contribuiu para a redução de fiscalização e monitoramento em tempo real, permitindo que, de forma ilegal esses grileiros e fazendeiros pudessem entrar nessas áreas de conservação e preservação permanentes desmatando e expandindo zonas de lavoura e pecuária local.

Tabela 1: Desmatamento anual no PAE Antimary no período de 2008 a 2022.

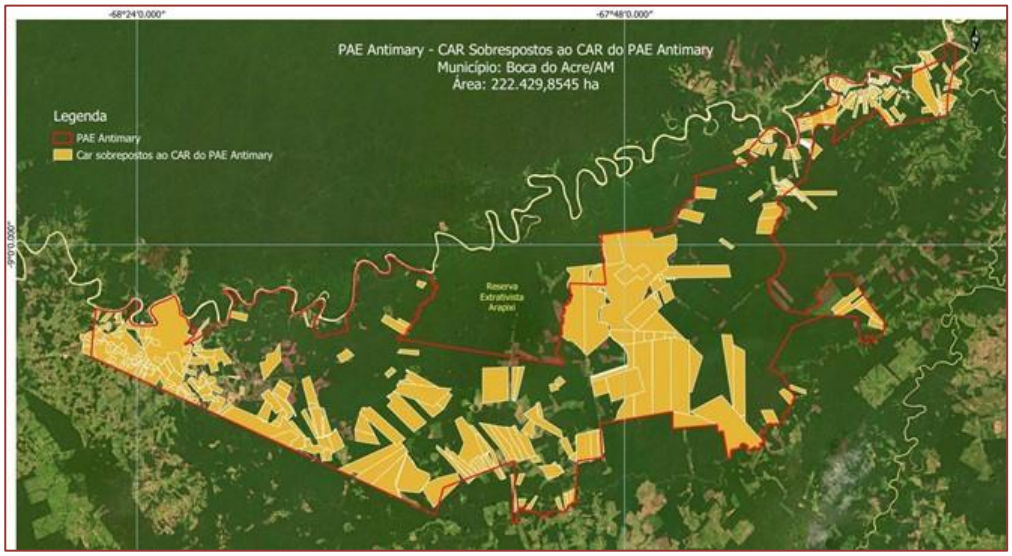
Ano	Percentagem do desmatamento anual (%)
2008	0,18
2009	0,12
2010	0,40
2011	0,40
2012	0,33
2013	0,32
2014	0,80
2015	0,49
2016	0,99
2017	1,32
2018	1,67
2019	2,08
2020	1,82
2021	2,36
2022	2,57
Desmatamento acumulado	15,86

Fonte: Autores (2023), Adaptada de PRODES/INPE (2022).

Finalmente, foram analisados os dados obtidos no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), durante o ano de 2022. Representado pela Figura 6, as informações do SICAR mostraram a existência de 446 cadastros ambientais rurais que se sobrepõem ao PAE Antimary, a maioria deles imóveis totalmente inseridos. Ou seja, são apresentados os imóveis cadastrados dentro dos limites do PAE Antimary, além de alguns imóveis, estarem parcialmente localizados dentro dos limites do PAE Antimary e áreas adjacentes.

Dos 446 cadastros, 4 aguardam análise, 33 aguardam análise não passível de revisão de dados, 75 foram analisados e aguardam retificação e/ou apresentação de documentos, 1 analisado e aguardando regularização ambiental, 212 foram cancelados por decisão administrativa e 121 cadastros estão em análise. O demonstrativo sobre os imóveis indicam que a maioria dos cancelamentos foram causados por ações ilegais que resultaram em embargos.

Figura 6: CAR sobrepostos ao PAE Antimary , ano de 2022.



Fonte: Autores (2023).

Ainda, foi informado que, mesmo com os cadastros cancelados as áreas ainda permanecem ocupadas, visto que o cancelamento é uma decisão administrativa com efeito apenas no sistema. Foi possível observar que houve diminuição da área de floresta e aumento das atividades agropecuárias no período pesquisado. Uma das principais causas do desmatamento é a conversão de florestas em áreas agrícolas e pastagens para pecuária. Isto é muitas vezes impulsionado pela procura de produtos agrícolas, como a carne bovina (Figura 6).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir utilizando processamento de imagem, um alto grau de precisão na capacidade de identificação de áreas desmatadas no PAE Antimary. Observou-se que o PAE vem sofrendo pressão da fronteira agrícola, sendo os componentes deste grupo não contemplado pelo Programa Nacional de Reforma Agrária – PNRA, bem como os municípios entorno do Estado do Acre e municípios entorno do município de Boca do Acre – AM, onde constituem supressões irregulares sequenciais.

A integração do software QGIS, versão 3.28.6 facilitou esta análise, que contou com dados do INPE. Os dados forneceram informações dos estágios evolutivos e de degradação do desflorestamento no PAE Antimary. Essas informações são essenciais para a compreensão dos fenômenos ambientais e da logística territorial que resultam do impacto humano no meio ambiente. Por meio da utilização de sistemas de informação geográfica (SIG), foi possível realizar um estudo proposto que abrange vários períodos, obtendo dados sobre o desmatamento ao longo dos anos.

Observa-se também que a taxa de desmatamento na área designada aumentou significativamente, a partir de 2017 a taxa anual passa de 1,32%, chegando acima de 2,57% em 2022. O avanço das ocupações irregulares já se encontra dentro do perímetro da Reserva Extrativista Arapixi.

REFERÊNCIAS

[1] ANAQUERI, L. R. **Desmatamento na Amazônia - Bioma geral e consequências atuais.** Trabalho de Conclusão de Curso História. Universidade Estadual do Amazonas. 2023. Disponível em : < http://repositorioinstitucional.uea.edu.br//handle/riuea/4662>

[2] BASTOS, J. M. M. **Dia Mundial do Solo.** Labdec. Disponível em: https://labdec.wixsite.com/labdec/meioambiente. 2021.

[3] BENJAMIN, A. H. V. **Introdução ao direito ambiental brasileiro.** Revista de Direito Ambiental, vol. 14/199. p. 48 – 82. Abr - Jun / 1999 Doutrinas Essenciais de Direito Ambiental. v. 1 pp. 41 – 91. Mar / 2011. Disponível em: < https://homologacao.edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5337701/mod_resource/content/1/Texto%2001%20Introdução%20ao%20Direito%20Ambiental%20-%20Herman%20Benjamin.pdf>

[4] BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Brasília: Diário Oficial da União. 2012. Disponível em: < https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=12651&ano=2012&ato=a48QTVU1kMVpWT59b>

[5] CHAMBERS.J. Q.; ARTAXO, P. **Deforestation size influences rainfall**. Nature Climate Change, v. 7, 175-176, 2017. Disponível em: < https://doi.org/10.1038/nclimate3238>

[6] CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Encontro da Indústria para a Sustentabilidade: Florestas Plantadas: Oportunidades e Desafios da Indústria Brasileira de Celulose e papel no caminho da sustentabilidade**. Brasília: CNI, 2012.

Disponível em: < http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2013/09/23/4970/20131002175608453690i.pdf>

[7] FAUSTO, D S., COSTA, J. L. F. T., NETO, J. C. B., SANTANA, M. O., JESUS, F. A. **Desmatamento: causas, consequências e medidas preventivas**. Reiva Revista. v. 6, n. 3. 2023. Disponível em: < https://reiva.emnuvens.com.br/reiva/article/view/400/231>

[8] GFW - GLOBAL FOREST WATCH, **Perda de florestas tropicais primárias piora em 2022 apesar dos compromissos internacionais para acabar com o desmatamento**. 2022. Disponível em:<https://www.globalforestwatch.org/blog/pt/data-and-research/perda-de-florestas-tropicais-primarias-piora-em-2022-apesar-dos-compromissos-internacionais-para-acabar-com-o-desmatamento/>

[9] IBGE – INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas Econômicas Ambientais da Terra: Contabilidade física: Brasil 2000/2020.** 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/34822-contas-economicas-ambientais-da-terra.html<

[10] ICMBIO – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Biodiversidade Amazônica**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/biodiversidade-amazonica>

[11] INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Acervos Fundiário**. 2023. Disponível em: < https://acervofundiario.incra.gov.br/>

[12] INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. COORDENAÇÃO GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA AMAZÔNIA E DEMAIS BIOMAS. **Desmatamento – Amazônia Legal** – 2019. Disponível em: < http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5294>

[13] IMAZON – **Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Desmatamento nos assentamentos de Reforma agrária na Amazônia**. 2013. Disponível em: <https://imazon.org.br/desmatamento-nos-assentamentos-de-reforma-agraria-na-amazonia/>

[14] IMAZON – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Pecuária na Amazônia: **Tendências e Implicações para a Conservação Ambiental**, 2015. Disponível em <https://imazon.org.br/publicacoes/pecuaria-na-amazonia-tendencias-e-implicacoes-para-a-conservacao/>

[15] IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. **Amazônia em chamas: o novo e alarmante patamar do desmatamento na Amazônia. 2022**. Disponível em: <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2022/02/Amaz%C3%B4nia-em-Chamas-9-pt_vers%C3%A3o-final-2.pdf>

[16] INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **AR6 Climate change 2021:the physical science basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

[17] LEAL, M. L. M. **Monitoramento do desflorestamento em assentamentos rurais amazônicos com uso de geoprocessamento**. Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto, v.1, n.3, p. 040-049,2021. Disponível em: < https://rbsr.com.br/index.php/RBSR/article/view/35>

[18] LEITE, E.D.; COSTA, C.L.A.; OLIVEIRA, R.S.; CAVALCANTE, H. C. C. **Impactos ambientais causados pelo desmatamento no Brasil.** Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 8, n.1, p.19-38, jan-fev, 2023. Disponível em: < http://www.relise.eco.br/index.php/relise/article/view/584/735>

[19] LOVEJOY, T. E.; NOBRE, C. **Amazon tipping point**. Science Advances., 4, eaat2340. 2018.

[20] MATRICARDI, T. E. A., SKOLE, D.L., COSTA, O.B., PEDLOWSKI, M.A., SAMEK, J.H., MIGUEL, E.P. **Long-term Forest degradation surpasses deforestation in the Brazilian Amazon**. Science, v.369, p.1378-82, set. 2020. Disponível em: < https://www.science.org/doi/10.1126/science.abb3021>

[21] MARENGO, J. A.; SOUZA JR., C. **Mudanças climáticas: impactos e cenários para a Amazônia**. São Paulo. 2018.

[22] MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; FRANÇA, M.V.; SABOYA, L.M.F.; NETO, F.C.R.; ARAÚJO, W.R.; PEREIRA, M.L. **Classificação Climática de Köppen na zona da Mata Pernambucana–Brasil.** RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 2, n. 5, p. e25312-e25312, 2021. Disponível em: < https://doi.org/10.47820/recima21.v2i5.312>

[23] MELLO, N. G. R.; ARTAXO, P. **Evolução do plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal.** Revista do Instituto de Estudos Brasileiros, Brasil, n. 66, p. 108-129, 2017. Disponível em: < https://doi.org/10.11606/issn.2316-901X.v0i66p108-129>

[24] PORTO, G. C. W. **Amazônia enquanto acumulação desigual de tempos: uma contribuição para a ecologia política da região.** Crítica de Ciência. Soc., v. 107, pp. 63-90, 2015. Disponível em: < https://doi.org/10.4000/rccs.6018>

[25] PROJETO DE MONITORAMENTO DO DEPARTAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL POR SATÉLITE (PRODES). 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/estimativa-de-desmatamento-na-amazonia-legal-para-2023-e-de-9-001-km2>

[26] ROSSONI, R. A.; MORAES M. L. **Agropecuária e desmatamento na Amazônia Legal brasileira: uma análise espacial entre 2007 e 2017.** Geografia em questão, n. 3, v. 13, p. 130-148, 2020. Disponível em: < https://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/23536/16292>

[27] SANTOS, T. O.; FILHO, V. S. A.; ROCHA, V. M.; MENEZES, J. S. **The impacts of deforestation and burning of anthropogenic climate of the Brazilian Amazon: A review.** Revista Geografia Acadêmica, v. 11, n.2, pp.157-181, 2017. Disponível em:< http://geograficaacademica.webng.com/ingles/index.html>

[28] SILVA, A L. M. **A responsabilização por dano climático na amazônia brasileira: estudo de caso Pae Antimary**. 2023. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) — Universidade de Brasília, Brasília, 2023. Disponível em: < https://bdm.unb.br/bitstream/10483/35487/1/2023_AbiaLarissaMarquesSilva_tcc.pdf>

[29] SOARES FILHO, B. S, NEPSTAD, D.C, CURRAN, L., CERQUEIRA, G.C., GARCIA, R.A., RAMOS, C.A., VOLL, E., MCDONALD, A., LEFEBVRE, P., SCHLESINGER, P., MCGRATH, D. **Cenário de Desmatamento para a Amazônia. Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 137-152, 2005.Disponível em: < https://www.scielo.br/j/ea/a/mrk9YK7N3kLBrz9HjMD4cHx/?format=pdf&lang=pt>

[30] SOUZA FAUSTO, D., FERNANDES TOMÉ COSTA, J. L., BORGES NETO, J. C., DE OLIVEIRA SANTANA, M., & ALVES DE JESUS, F. **Desmatamento causas, consequências e medidas preventivas.** Revista De Estudos Interdisciplinares Do Vale Do Araguaia - REIVA, v. 6, n. 3, pp 3-6, 2023 Disponível em: < https://reiva.emnuvens.com.br/reiva/article/view/400>

[31] VALPORTO, O. **Destruição florestal cresce em 2020 e Brasil lidera ranking.** Disponível em: https://projetocolabora.com.br/ods15/destruicao-florestal-cresce-em-2020-e-brasil-lidera-ranking/. 2020.

Capítulo 22

Análise do licenciamento de ramais no estado do Amazonas e seus impactos ambientais

Juliana Cardoso Silva
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Este artigo aborda o crescimento de ramais no estado do Amazonas, avaliando os impactos ambientais e sociais, bem como nos benefícios proporcionados às comunidades locais. O estudo inclui uma análise sobre a Licenças Ambientais Únicas (LAU), e o crescimento da sua solicitação no período de 2018 a 2023, foi realizado estudo em campo por meio de entrevistas com moradores que vivem ao longo das rodovias BR-174 e AM 070 e tem acesso a diversos ramais, para verificar como podem afetar ou beneficiar as comunidades. comunidades. Os resultados mostraram que os ramais são cruciais para o desenvolvimento das comunidades locais, porém de regulamentação pelos órgãos ambientais podem trazer danos ambientais irreversíveis a biodiversidade local. É de suma importância a regularização e fiscalização dessas estradas não oficiais, os ramais com licenças oferecem benefícios as comunidades como a pavimentação e iluminação, facilitando o acesso a serviços essenciais. A abertura irregular ocasiona impactos significativos tanto a comunidade pois muitos ramais não possuem infraestrutura para o transporte e para o meio ambiente. Um regulamento eficaz é fundamental para equilibrar o desenvolvimento econômico com a proteção ambiental, e o bem-estar das comunidades.

Palavra-chave: Ramais; Licença Ambiental Única; Estradas não oficiais.

1. INTRUDUÇÃO

O termo ramal não é muito conhecido fora da região norte do Brasil, são estradas secundarias ou vias de acesso que conectam áreas mais remotas, Souza & Costa (2019) pontuam que a criação dessas novas estradas coloca uma via de acesso para áreas florestais ainda intactas na Amazonia, para IDESAM (2022) são estradas não oficiais com objetivo de conexão entre comunidades e estradas, acesso a áreas utilizadas para ocupação irregular de terras (pasto) ou acesso a recursos naturais.

Em Silva (2020), o autor mostra que a abertura de ramais de forma irregular gera impactos ambientais negativos, tais como, a retirada da cobertura vegetal, alteração de relevo, aumento do fluxo de veículos, incêndios e em consequência geração de resíduos no local, afetando os moradores da região. A construção de estradas, assim como suas ramificações (os ramais) em áreas de mata fechada no amazonas, que para Matos *et al*., (2021), são fragmentos florestais com atividades ilegais de pecuária, são um dos principais vetores de desmatamento e queimadas na região.

Para Silva *et al.,* (2021), os autores mostram que a abertura de ramais afetam a qualidade de vida das populações locais e abrem margem para ocupação e desmatamento, principalmente quando não possuem estudos ambientais exigidos pelos órgãos licenciadores. Entretanto, para Melito (2023), o impacto da expansão desses ramais na Amazonia pode atingir até 40 terras indígenas e 38 unidades de conservação, estima-se que mais de 23 mil indígenas sejam afetados por essa expansão, de acordo com o Instituto Socioambiental (ISA). Outra alteração antrópica que a abertura de ramais pode ocasionar, conforme Silva *et al*., (2021) é a entrada de sedimentos nos cursos d'água, pois muitas dessas vias no Amazonas estão ligadas a cursos de água.

Todavia, em Larrea-Alcázar *et al*., (2021) os autores mostram que muitas pessoas veem a abertura dos ramais como progresso e estar associada a melhora no acesso a bens e serviços dos moradores da região. Enquanto para Silva *et al.,* (2021) os ramais são fundamentais pois permitem o escoamento de produtos agropecuários e facilitam a mobilidade dos moradores de áreas rurais aos centros urbanos, permitindo assim acesso a locais fundamentais como escolas, postos de saúde e mercados, promovendo desenvolvimento econômico e bem-estar das pessoas.

Em Nogueira & Barbosa (2020), eles citam que comunidades mais afastadas dos centros urbanos são as que mais sofrem com a falta de infraestrutura nas estradas. Assim, Queiroz (2022) coloca que a pavimentação dessas pequenas estradas facilita a conectividade entre áreas e reduz custos de transporte e viagem sendo fundamental para o desenvolvimento na região, Silva et al., (2021) complementam ainda que os ramais são a única via de ligação entre as estradas principais e moradias.

Os autores Jesus *et al*., (2022) citam que a evolução das vias urbanas entre os municípios na Amazonia, antes era principalmente por via fluvial, ocorreu a partir da década de 1960, que houve um aumento na construção de estradas e ramais em toda a região, e expandiu-se para abranger também conexões regionais e inter-regionais, agora apoiadas por ligações terrestres através de rodovias. Serrão & Cruz (2019) afirmam que houve intensificação na abertura de ramais na década de 1970, havendo um grande fluxo de migração e grande expansão de colônias agrícolas em todo o Amazonas.

Em Matos *et al.,* (2021); Guarido & Marinho (2022), os autores evidenciam que o crescimento urbano na cidade de Manaus é um dos principais vetores do desflorestamento na região, enquanto para Silvestrin (2021), o processo de

industrialização da cidade impulsionou o crescimento demográfico, o qual estimula o desflorestamento em diversas áreas de preservação para ocupação. Isso expõe a ineficiência do planejamento urbano para o uso indevido do solo.

Diversos fatores estão ligados a expansão do desmatamento conforme Cabral (2022), sendo principalmente o desmonte de políticas públicas e enfraquecimento da fiscalização ambiental. Silva (2020) cita que a fiscalização e a exigência de licenciamento dessas estradas são fundamentais para manter a dinâmica entre aspectos ambiental, social e econômico na região, não abrindo margem para atividades ilegais que causem desmatamento, que essas atividades têm grande potencial de impacto em todas as fases da sua obra, e devem ser acompanhadas de perto por profissionais habilitados.

Assim, em Matos *et al.,* (2021), eles mostram que o licenciamento é uma ferramenta fundamental e uma obrigatoriedade do poder público para que se obtenha o controle ambiental. A Lei Nº 3.785/2012 que dispõe do licenciamento ambiental criou a licença ambiental única (LAU). Por outro lado, para Figueira (2020) o licenciamento ambiental é um instrumento utilizado para simplificar e agilizar o processo de autorização ambiental de empreendimentos ou atividades que apresentem baixo potencial poluidor ou degradador, a licença é pouco conhecida e muito solicitada por empreendimentos para abertura de ramais no Amazonas.

Com isso este trabalho tem objetivo de realizar um estudo sobre os ramais, avaliando seus impactos ambientais e como afeta as comunidades locais, investigando o processo de emissão da LAU, visando entender como ajuda em práticas sustentáveis de desenvolvimento na região, destacando as possíveis lacunas ou desafios na sua aplicação e legislação, com isso buscamos analisar o crescimento da concessão da LAU a ramais nos últimos 6 anos (2018 a 2023), identificando através das informações coletadas como o crescimento de ramais no Amazonas pode afetar ou beneficiar as comunidades tradicionais e o meio ambiente, visando os benefícios que trouxe para moradores e comunidades.

2. MATERIAIS E METODOS

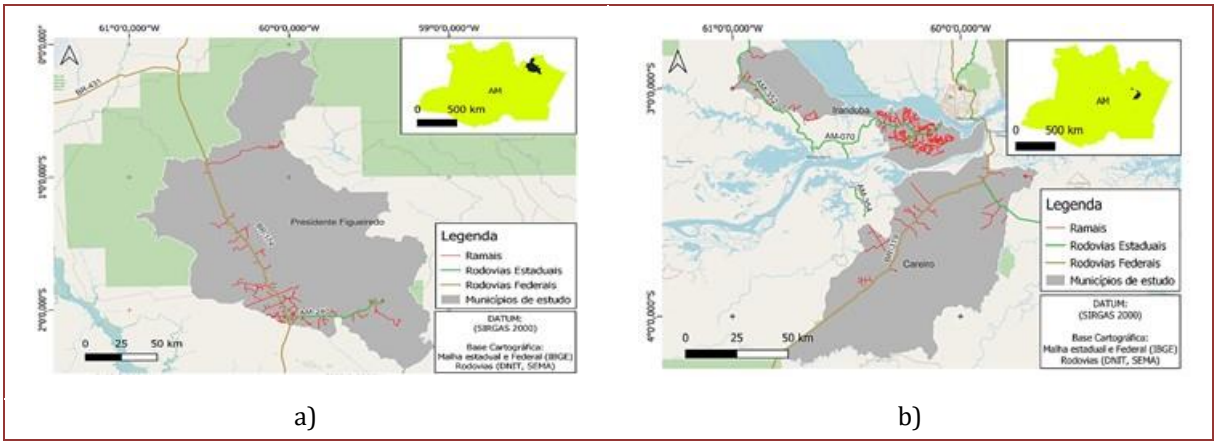
Este artigo mostra uma avaliação dos Impactos Socioambientais do crescimento de ramais no estado do Amazonas, e como eles impactam as comunidades que vivem nessa região. Para isso, foi realizado um levantamento de dados junto ao Instituto de Proteção da Amazônia (IPAAM), analisado o quantitativo de Licenças Ambientais Únicas (LAU) emitidas no período de 2018 a 2023. Para complementar na coleta de dados, recolhi informações na empresa ao qual eu prestava serviço sobre procedimentos de emissão da LAU, a Secretaria de Estado de Infraestrutura e Região Metropolitana de Manaus (SEINFRA), referente aos principais solicitantes, se é pessoa física ou jurídica, se é para empreendimento ou para uso recreativo pessoal como sítios ou moradias.

Além disso foram realizadas entrevistas junto a moradores que vivem ou possuem residências conhecidas como sítios ao longo da BR-174 (Manaus – Presidente Figueiredo) e AM 070 (Manaus, Iranduba e Manacapuru), até o momento 17 pessoas foram entrevistadas, no qual foi realizada os seguintes questionamentos: a) O seu ramal possui algum tipo de licenciamento; b) Como foi feita a abertura do seu Ramal; c) Você acha que a abertura de ramais beneficia ou prejudica a comunidade e o meio ambiente. A Figura 1a e 1b mostram a área de estudo sobre as áreas da BR174 e AM070, onde serão aplicados

os questionários e analisados os aspectos econômicos, socioambientais dos ramais licenciados e não licenciados.

Finalizada a coleta e tratamento dos dados, foi realizada uma análise comparativa com base, as LAUs disponíveis. Ainda, com base na análise documental e nas percepções das comunidades locais. Nas Figuras 1a e 1b mostram os ramais localizados em trechos da BR-174 e AM 070. A localização foi realizada por meio de georreferenciamento utilizando a ferramenta do *Google Earth* e o sistema SIRGAS 2000 – DATUM para reproduzir os mapas com a identificação dos ramais e rodovias.

Figura 1: Área principal de estudo: a) BR-174; b) AM 070.



a) b)

Fonte: Autores, DATUM SIRGAS 2000 (2023).

3. RESULTADOS

Este estudo propõe uma análise sobre a abertura dos ramais nas áreas da BR-174 e AM 070 no estado do Amazonas, explorando seus impactos ambientais e socioeconômicos, o foco está na investigação do processo da Licença Ambiental Única (LAU) nas lacunas e desafios na sua aplicação, pois é um documento pouco conhecido, assim como o seu papel na sociedade local.

3.1. LICENÇA AMBIENTAL ÚNICA: LACUNAS E DESAFIOS NA SUA APLICAÇÃO

A Lei Nº 3.785/2012 do estado do Amazonas introduziu a LAU como um novo formato de licença, sendo destinada a atividades com potencial poluidor ou degradador reduzido, que não seja necessário fazer uma Avaliação de Impacto Ambiental, é respaldado pelas Resoluções CONAMA nº 279/2001 e nº 377/2006, que prevê o procedimento simplificado para licenciamento ambiental para empreendimentos que apresentem pequeno impacto ambiental.

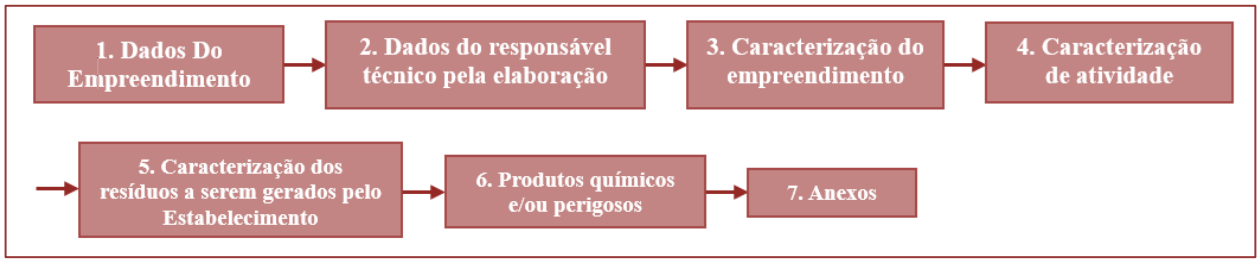
Para atividades como a abertura de ramais estão dispensadas da Avaliação de Impacto Ambiental, Estudo de Impacto ambiental e o licenciamento ambiental estadual (LP, LI e LO), desde que na sua abertura não haja corte ou supressão de vegetação, nem transposição de áreas de preservação permanente maior que 3 km. Estão enquadradas na LAU a abertura de ramais com até 3 km de extensão, tendo potencial poluidor médio. Infelizmente a maioria dos ramais no Amazonas passam por grandes áreas de vegetação que requerem a supressão vegetal do local maior que o estipulado pela legislação, assim

uma parcela da vegetação é retirada para fins de diversas atividades como plantio, acesso a empreendimentos localizados em áreas remotas, e outros usos do solo.

No Amazonas o IPAAM é o órgão responsável pela emissão da LAU, o qual disponibiliza um Memorial Descritivo com as informações para emissão da licença para pessoa física e jurídica, o documento é um dos exigidos a todos que vão solicitar abertura de ramais com até 3 km de extensão, para dar acesso a áreas ou locais a serem construídos, o documento deve ser feito por um responsável técnico competente, como engenheiro ambiental ou florestal. Em campo podemos verificar que o memorial descritivo foi documento mais apresentado para a solicitação da LAU, junto a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do responsável pela elaboração do Memorial Descritivo da atividade, ambos os documentos são solicitados para renovação da licença.

A Figura 2 mostra a sequência das informações solicitadas pelo órgão, onde na etapa 4 deve conter a atividade e infraestrutura a ser desenvolvida, contendo um fluxograma de descrição detalhado os processos e operações e áreas de acesso (ramais), da etapa 5, são realizadas a caracterização do empreendimento a conforme as Resoluções do CONAMA e normas ABNT, e finalmente, a etapa 7 são desenvolvidos relatórios fotográficos e planta de localização, todo o documento deve ser ter a assinatura do responsável pela elaboração e ART do conselho competente.

Figura 2: Memorial descritivo para emissão da LAU conforme etapas do documento.



Fonte: Autores (2023).

Outros documentos são solicitados para emissão da LAU para garantir a proteção ambiental das áreas a serem utilizadas, sendo eles o Estudos Ambientais específicos conforme peculiaridade do projeto, características ambientais da área e porte do empreendimento (Decreto nº 10.028/87 e CONAMA nº 237/97); Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), conforme Termo de referência IPAAM; Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do responsável pela elaboração do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC); Projeto de Terraplenagem, se houver; Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do responsável pela elaboração do Projeto de Terraplenagem, se houver, etc.

A exigência de ambos os documentos faz com que muitos solicitantes (pessoa física) que ao entrarem em contato para orientação, desistam de solicitar a emissão, por acharem dificuldade de localizar um responsável técnico ou de realizar o pagamento ao mesmo, e acabam buscando meios de abertura de ramais irregulares.

A aplicação da LAU requer uma regulamentação detalhada para garantir que os objetivos de proteção ambiental sejam atingidos, e que os empreendimentos cumpram

com as condições estabelecidas. Durante as visitas *in loco* aos ramais estudados, foi possível verificar algumas lacunas e desafios na aplicação da licença, destacando:

- Acompanhamento e Fiscalização: A lei não detalha os procedimentos de acompanhamento e fiscalização após a emissão da LAU, o que pode ser crucial para garantir o cumprimento das condições estabelecidas, na maioria dos casos não há fiscalização, principalmente por falta de recursos e fiscais, e as atividades das licenças são descritas como de menor importâncias em relação as demais e a localização dos ramais muitas vezes é de difícil acesso, dificultando a fiscalização.
- Penalidades: A lei menciona penalidades para atividades ou empreendimentos que operam sem a devida licença ambiental ou violam a legislação, porém a eficácia da fiscalização e a execução dessas penalidades podem ser desafiadoras, especialmente em áreas remotas e de difícil acesso que é o caso dos ramais.
- Prazos: lei estipula prazos de 60 meses validade para a LAU, mas não fornece critérios claros para a renovação ou prorrogação, podendo gerar dúvidas, na maioria das vezes as pessoas desconheciam sobre a renovação ou como proceder após o vencimento.

Esses desafios podem exigir ações adicionais para garantir a eficácia do sistema de licenciamento ambiental no Estado do Amazonas, não somente para a LAU mas para as demais licenças ambientais, por se tratar de áreas extremamente remotas é difícil manter o constante acompanhamento.

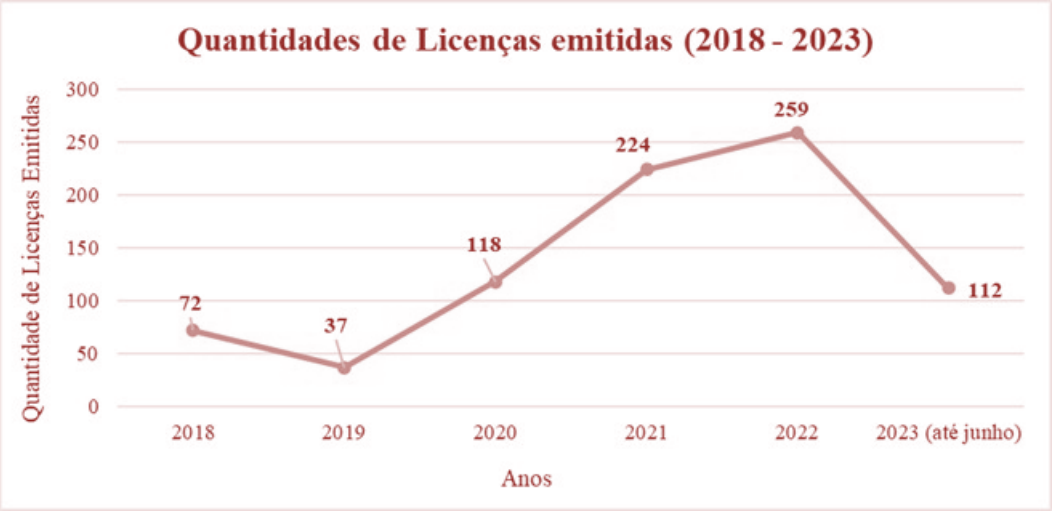
3.2. O CRESCIMENTO DA CONCESSÃO DA LAU A RAMAIS NOS ÚLTIMOS 6 ANOS (2018 A 2023)

Analisando a concessão da LAU no período de 2018 e 2023 junto ao IPAAM, verificou-se uma tendência significativa em solicitações, principalmente nos anos de 2021 e 2022, que dobraram em relação aos três anos anteriores, conforme mostra a Figura 2. Analisando as LAUs emitidas podemos verificar que a maioria delas ocorreu por meio de novos empreendimentos, loteamentos, e abertura de estradas entre residenciais. Ao mesmo tempo, não foi verificado um padrão para esse aumento, mas podemos dizer que a facilidade na sua emissão foi a premissa para o crescimento dela. Outro fator importante identificado, foi que o aumento das licenças no período da pandemia da COVID-19, período este que houve uma redução da fiscalização *in loco* dos órgãos ambientais, isso incentivou as novas conceções no período.

Analisando as licenças emitidas no ano de 2018, percebe-se que foram emitidas 44 licenças, sendo a maioria delas solicitadas por empreendimentos do setor energético, construção civil e mineração. Ao mesmo tempo, 28 concessões foram para pessoas físicas, destinadas a suspensão vegetal a loteamentos de condomínio e ramais.

No ano de 2019, houve uma queda na emissão da licença somente 37 foram emitidas, já a partir de 2020 houve um aumento significativo na solicitação da licença, essa tendência pode ser atribuída, em parte, ao reconhecimento das autoridades estaduais do Amazonas da importância de manter e melhorar a infraestrutura de transporte em áreas de difícil acesso, como de comunidades, locais utilizados para recreação, pois beneficia a população local estimula o desenvolvimento nessas áreas.

Figura 3: Licença ambiental única emitidas no período de 2018 a 2023.



Fonte: Autores (2023).

Outro fato que devemos considerar, é que a maioria de solicitações por pessoas físicas se dá por meio de LAU para recuperação de ramais, pois o licenciamento facilita que os ramais sejam terraplanados, asfaltados e até recebem iluminação nas suas vias, a área estipulada para recuperação de ramais conforme a lei nº 3.785/201, para pequeno porte é de até 3 km e de grande porte é até 50 km.

A aplicação da LAU a esses projetos permitiu agilizar o processo de licenciamento, geralmente, o órgão ambiental emissor estabelece os critérios com base no potencial de impacto ambiental das atividades, notou-se principalmente conforme demonstrado na Tabela 1, os principais critérios abordados em campo para instruir na emissão da LAU.

Tabela 1: Critérios abordados para emissão.

Porte do empreendimento	A LAU é aplicada a empreendimentos de menor porte, as classificações de porte podem ser definidas com base em fatores como a área ocupada, a capacidade de produção, o volume de resíduos gerados, entre outros.
Potencial de impacto ambiental	Atividades com um potencial de impacto ambiental mais baixo são mais propensas a se encaixar na LAU, isso pode ser determinado com base em critérios como a localização do empreendimento (proximidade de áreas sensíveis, como reservas naturais ou corpos d'água), tipos de poluentes ou resíduos gerados e o uso de tecnologias mais limpas, que é o caso de muitos empreendimentos.
Enquadramento nas categorias previstas na legislação	Algumas leis ambientais estabelecem categorias específicas de empreendimentos que se encaixem na LAU, como a Lei Nº 3.785/2012, Conama nº 279/2001 e nº 377/2006 já citados neste trabalho.
Cumprimento das normas ambientais	Os empreendimentos que estejam em conformidade com as normas e disposições ambientais vigentes podem ser mais propensos a receber uma LAU, uma vez que estejam demonstrando um compromisso com a gestão ambiental responsável.

Fonte: Autores (2023).

É importante ressaltar que os critérios específicos para a obtenção da LAU podem variar de um local para outro, sendo imprescindível a consulta ao órgão ambiental competente da região, além de verificar as legislações ambientais aplicáveis para o empreendimento.

3.3. CRESCIMENTO DE RAMAIS NO AMAZONAS PODE AFETAR OU BENEFICIAR AS COMUNIDADES LOCAIS?

Para tentar responder essa questão, foram entregues formulários *on-line* aos moradores residentes ao longo da BR-174 e AM 070, recebendo 17 respostas (Tabela 2). Foi verificado como o crescimento de ramais no Amazonas pode afetar ou beneficiar as comunidades tradicionais que vivem nestas áreas. Nota-se que dos 17 entrevistados, nenhum deles possui conhecimento da necessidade de licenciamento para abertura de ramais ou sequer conhece o procedimento de licenciamento.

Quando foi questionado "Como foi feita a abertura do Ramal?", a maioria (11 entrevistados) informou que realizou a aberta das estradas por conta própria com o auxílio dos amigos e vizinhos, enquanto 6 deles informaram que solicitaram a terceiros a abertura do ramal, não informando o tipo de material utilizado para realização da abertura do ramal. Finalmente, questionou-se "Se a abertura de ramais beneficia ou prejudica a comunidade ou o meio ambiente?", onde todos os entrevistados responderam que beneficia e não traz danos ao meio ambiente.

Tabela 2: Perguntas e respostas realizadas a moradores residentes na área

Perguntas Realizadas	Respostas
O seu ramal possui algum tipo de licenciamento;	
Sim	0
Não	17
Como foi feita a abertura do seu Ramal;	
Contratou alguém para fazer a abertura.	6
Fez a abertura sozinho ou com ajuda de amigos/parentes.	11
Você acha que a abertura de ramais beneficia ou prejudica a comunidade ou o meio ambiente.	
Beneficia todos e não traz danos ao meio ambiente	17
Prejudica	0

Fonte: Autores (2023).

Analisando a respostas, podemos verificar que para a comunidade os ramais são uma parte importante da infraestrutura de transporte, uma vez que permitem a conectividade com áreas isoladas e estradas, desempenham um papel fundamental no acesso a recursos naturais e no desenvolvimento econômico e social das comunidades locais, sendo indispensáveis para o transporte de produtos como alimentos e outros recursos naturais da região.

Conforme a Lei Nº 3.785/2012, podemos dizer que na maioria dos casos para residência de pequeno porte estão dispensados do licenciamento ambiental, mas vale ressaltar que cabe ao órgão responsável informar se a atividade é cabível ou não de licenciamento.

A regulamentação desempenha um papel importante na determinação dos impactos econômicos, sociais e ambientais dos ramais no Amazonas, os ramais licenciados são propensos a trazer benefícios econômicos e sociais, enquanto os ramais não licenciados têm o potencial de causar impactos negativos significativos devido a área desmatada para abertura do mesmo, a regulamentação e o monitoramento adequados são essenciais para mitigar esses impactos. Assim, foi realizada uma análise comparativa entre os ramais licenciados e os não licenciados, considerando os diferentes aspectos analisados em campo e documentados, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Análise comparativa entre Ramais licenciados e não licenciados

ASPECTO	RAMAIS LICENCIADOS	RAMAIS SEM LICENÇA
Aspecto Econômico	Escoamento de Produtos: Ramais licenciados facilitam o escoamento de produtos agropecuários, melhorando a economia local. Redução de Custos Logísticos: A pavimentação reduz os custos logísticos, tornando o transporte de mercadorias mais eficiente.	Custos de manutenção: ramais não licenciados podem ter custos de manutenção mais baixos, mas podem ser inacessíveis durante o período chuvoso, o que impacta na economia. Restrições Comerciais: A falta de infraestrutura de transporte pode restringir o comércio e o acesso aos mercados, afetando o desenvolvimento econômico.
Aspecto Social	Acesso a Serviços e Educação: Ramais licenciadas facilitam o acesso a serviços essenciais, como escolas e centros de saúde, melhorando a qualidade de vida das comunidades locais. Segurança no Tráfego: A pavimentação pode aumentar a segurança no tráfego, especialmente em condições climáticas adversas. Potencial de Desenvolvimento Econômico: A melhoria da infraestrutura pode estimular o desenvolvimento econômico, criando empregos e oportunidades de negócios.	Dificuldades de Acesso: Ramais não licenciadas podem se tornar intransitáveis em períodos chuvosos, dificultando o acesso a serviços e escolas. Impactos na Saúde: A falta de acesso confiável aos serviços de saúde devido a estradas precárias pode impactar a saúde das comunidades locais.
Aspecto Ambiental	Redução do desmatamento: com o licenciamento, todo processo de abertura do ramal pode ser acompanhado conforme regulamentações ambientais e estudos de impacto ambienta, isso pode ajudar a reduzir a supressão de vegetação, queimadas e o desmatamento nas áreas. Erosão controlada: ramais/estradas licenciadas podem incorporar medidas para controlar a erosão do solo e o assentamento de rios, minimizando impactos negativos sobre os ecossistemas aquáticos que ficam próximos. Manutenção sustentável: com normas adequadas, a manutenção dos ramais pode ser realizada de forma mais sustentável, com medidas de conservação ambiental.	Desmatamento Não Controlado: a abertura de ramais licenciados pode levar a um desmatamento descontrolado, com efeitos significativos na biodiversidade e no ciclo do carbono. Erosão e Assoreamento: A falta de regulamentação pode resultar na erosão do solo e assoreamento de rios, afetando qualidades do meio ambiente.

Fonte: Autores (2023).

Visto isso, a diferença entre os ramais é bastante significativa, expõe a população a diversos riscos e o meio ambiente a impactos ambientais, no estudo de campo foi bastante perceptível conforme apresentado na Figura 4a e 4b, na rodovia BR-174, a Figura 4a mostra abertura de um ramal que apresenta ter sido aberto de forma irregular, não possui manutenção, com diversas irregularidades na sua terraplanagem, pontos de crateras dificultando o escoamento de água. Na figura 4b mostra o ramal de Anápolis que foi recentemente terraplanado pela Secretaria de Estado de Infraestrutura e Região Metropolitana de Manaus (SEINFRA), que possui licenciamento (LAU) junto ao IPAAM, o trabalho de terraplanagem e drenagem facilitaram o acesso ao local, no processo da LAU informa que o local vai receber pavimentação em breve.

Figura 4: a) Ramal na Rodovia-174; b) Ramal de Anápolis (Rod-174).

a) b)

Fonte: Autores (2023).

A Figura 5a foi possível identificar a estrada de acesso ao Ramal de Anápolis, mostrando que ele foi pavimentado recentemente. Ainda, a Figura 5b mostra o ramal terraplanado recentemente seguindo os tramites da legislação, ele tem uma extensão bem ampla por dá acesso as estradas principais, foi notado que houve instalação de iluminação, um benefício que não é visto nas estradas com abertura irregular.

Desta forma, as Figuras 4a e 5a expõem a diversidade no nivelamento e aberturas de ramais localizados no Amazonas. As estradas em sua maioria não recebem qualquer tipo de manutenção, apresentando riscos de acidentes no seu trajeto. Ainda, as figuras 4b e 5ab são estradas que, conforme informações da comunidade, são ramais em processo de recuperação e recém-licenciados, que foram abertos de maneira irregular e agora passam pelo processo de terraplanagem e pavimentação.

Figura 5: a) Rodovia-174 recém pavimentada; b) Ramal recém terraplanado e já com instalação elétrica na AM-070.

a) b)

Fonte: Autores (2023).

3.4. FATORES IDENTIFICADOS DE ABERTURA

Para Matos *et al.,* (2021) a abertura desse tipo de estradas está relacionada a fatores de migração e busca por moradia própria, ocasionando a ocupação do solo sem documentação ou permissão dos proprietários, já para localidades mais distantes da capital, o crescimento de se dá devido a diversos fatores, nas proximidades das comunidades é em decorrência de interligar estradas e reduzir a distância do percurso.

Por meio das visitas *in loco* foi possível identificar algumas peculiaridades que são apresentadas nos Quadros 1 e 2. Eles mostram que na Br-174 (Presidente Figueiredo) e na AM 010 (Iranduba), as aberturas de ramais foram feitas para interligar comunidades, mostrando como a principal diferença entre ambos, a infraestrutura dos locais, fundamentais para locomoção (Quadro 1 e 2).

As imagens do Quadro 1 são referentes a comunidades localizadas nas proximidades de Presidente Figueiredo. Nelas foi identificada a presença de escolas, plantações, comércio e moradias. Apesar disso, as comunidades enfrentam problemas devido a ausência de transporte público nas localidades, o que dificulta a locomoção dos moradores, além é claro da falta de manutenção nas estradas. Durante a etapa de entrevistas, um morador do Ramal Canoas que não quis se identificar, informou que em muitos trechos há necessidade de pontes, pois no ano de 2022 a comunidade ficou isolada, devido ao desabamento de uma ponte, deixando inviável a entrada ao local. Após esse evento foram realizados diversos protestos para recuperação do ramal.

Analisando as imagens no Quadro 1, foi possível verificar que os 5 ramais identificados e descritos se apresentam nivelados, não possuindo buracos visíveis ou crateras. Conforme relatos de moradores, o nivelamento e manutenção dos ramais da BR-174 foram realizados após inúmeras solicitações a prefeitura local. Anteriormente a manutenção, a área apresentava muitos buracos o que ocasionava acidentes e dificultava o transporte no local, porém a Comunidade Serra do Sol apresentava diversos trechos sem manutenção, ainda, nenhum dos ramais possuía iluminação. A importância de manter a vistoria nos ramais sem pavimentação é fundamental para segurança das comunidades locais, que quando não ocorre esta passível a acidentes.

Quadro 1: Ramais localizados na BR-174.

Ramal Baixo Canoas Comunidade Rio Pardo BR-174 – KM 319	
Comunidade água Viva BR-174 – KM 319	
Comunidade Terra Santa BR-174 – KM 319	
Comunidade Rodrigo Chaves BR-174 – KM 319	
Comunidade Serra do Sol BR-174 – KM 319	

Fonte: Autores (2023).

Na AM-070 foram localizados diversos trechos já pavimentados (Quadro 2), o ramal Serra Baixa, estava pavimentado e possuía iluminação em todo trecho. Já os demais ramais como o do Laguinho, não possui pavimentação, mas possui iluminação, enquanto, o ramal Ouro Verde mostrou-se com as piores condições de conservação/manutenção, pois este leva a locais mais distantes. Para Lima et al (2020), muitos ramais localizados próximos a cidade de Itacoatiara, possuem mais infraestrutura devido sua utilizados no escoamento dos produtos agrícolas produzidos na região. Apesar disso, algumas estradas na região de Itaquatiara apresentam irregularidades, afetando a distribuição dos

produtos no estado. Diante disso, realizar a manutenção dessas estradas é fundamental não só para moradores mais também para o mercado e economia local.

Quadro 2: Ramais localizados no Iranduba - AM-010.

Ramal Serra BaixaAM-070	
Ramal Do Laguinho AM-070	
Ramal Ouro Verde AM-070	

Fonte: Autores (2023).

A localização dos ramais apresentados nos Quadros 1 e 2 é um fator que interfere bastante, os ramais do Quadro 1 são bem distantes do município e as do quadro 2 já são mais próximos, ainda assim os ramais localizados em Iranduba em sua maioria possuem distribuição de produtos da agricultura, o que podemos dizer tem uma atenção maior das autoridades responsáveis para haver manutenção nas estradas.

Os ramais apresentados no Quadro 1 estão localizados muito afastados dos municípios, o que concorda com os resultados de Matos et al., (2021). Os autores mostram que as áreas de aberturas de ramais são em localidades muito remotas, e não ocorrem ações de gerenciamento e fiscalização ambientais. Isso acaba facilitando a abertura de ramais irregulares, onde há uma busca maior por exploração dentro da floresta, favorecendo o desmatamento na Amazonia. Ao contrário dos ramais apresentados no Quadro 2 que se encontram mais próximos do município, facilitando o processo de fiscalização.

Com os dados apresentados, foi possível identificar que a abertura de ramais irregulares é um dos fatores que mais afetam o meio ambiente natural, apesar de serem fundamentais para deslocamento das comunidades que vivem na região. Contudo, é

necessário que haja um consenso para que as ações humanas não afetem o ambiente de maneira irreversível, assim, cabe aos órgãos reguladores intensificarem a fiscalização nessas áreas, visto que existe uma tendência em aumentar ainda mais a abertura de estradas na região amazônica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho mostrou os resultados de uma pesquisa documental aos órgãos competentes e visita em in loco para analisar o Licenciamento Ambiental Único (LAU) de ramais no Amazonas e o crescimento dos ramais nas BR-174 e AM 010. Por meio das análises foi possível identificar um crescimento significativo nas emissões do LAU nos anos de 2018 a 2023, totalizando 882 licenças emitidas no período. Esse aumento possivelmente pode estar associado à facilitação na emissão da LAU, tendo em vista que a maioria dos solicitantes eram empreendimentos e solicitações para abertura de loteamento de residenciais e ramais de até 3km.

Por meio das entrevistas verificou-se que os moradores das comunidades próximas aos ramais, não possuíam conhecimento sobre o licenciamento, e veem essas pequenas estradas de forma positiva, pois facilita o acesso a áreas mais remotas e vias oficiais, diminuem tempo de locomoção, e não veem com potencial de causar danos ambientais. Os registros fotográficos ilustram as diferenças entre os ramais licenciados e não licenciados, principalmente nas áreas da BR-174 e AM 010 onde ramais licenciados possuem manutenção e até pavimentação, enquanto os não licenciados apresentam irregularidades na sua abertura, com buracos e riscos de acidentes. Essa análise evidencia a importância do licenciamento na preservação ambiental e na segurança das estradas para as comunidades locais.

O crescimento dos ramais nas áreas da BR-174 e AM 010 se da principalmente pela busca por moradia e outros fatores de migração, além da busca do uso dos recursos naturais da floresta. Por fim, o estudo mostrou que embora essas estradas sejam fundamentais para locomoção das comunidades, a abertura irregular dos ramais pode representar uma ameaça ao meio ambiente. Assim, é crucial intensificar a fiscalização nessas áreas, especialmente devido à tendência de aumento na abertura de estradas na região amazônica, garantindo que as ações humanas não causem danos ambientais irreversíveis.

REFERENCIAS

[1] BRASIL. Lei Nº 3785 DE 24/07/2012. Dispõe sobre o licenciamento ambiental no Estado do Amazonas, 2012. Disponível em: < https://pnla.mma.gov.br/images/2018/08/Procedimentos-de-Licencamento-Ambiental-AMAZONAS-AM.pdf>

[2] CABRAL, B. F. **Padrões, Trajetórias e Simulação do Desmatamento em Lábrea, Sul do Amazonas**. Programa de Pós-Graduação Em Ciências De Florestas Tropicais – CFT, 2022. Disponível em:< https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/38772/3/dissertacao_beatriz.pdf>

[3] FIGUEIRA, P. S. S. A **Importância do Termo de Referência Compartilhado com órgãos Ambientais e Intervenientes da União, dos Estados e dos Municípios**, Revista Direitoambiental.com, 2020. Disponível em: < https://direitoambiental.com/a-importancia-do-termo-de-referencia-compartilhado-com-orgaos-ambientais-e-intervenientes-da-uniao-dos-estados-e-dos-municipios/#:~:text=O%20Termo%20de%20Referência%20tem,ambientais%20do%20SISNAMA%20(União%2C%20Estado>

[4] JESUS, A. B. C.; NETO, T. O.; SILVA, F. B. A**. Rede urbana e frentes pioneiras no Sul do**

Amazonas: rodovias Transamazônica (BR-230) e Manaus-Porto Velho (BR-319). Boletim Paulista de Geografia, nº 108, pag. 132-148, 2022. Disponível em: < https://doi.org/10.54446/bpg.v1i108.2864>

[5] IDESAM. **Relatório abertura e expansão de ramais em quatro municípios sob influência da rodovia BR-319**. Observatorio319, pg. 4, 2022. Disponível em: < https://observatoriobr319.org.br/wp-content/uploads/2023/07/Nota-Tecnica-OBR-319-n04-Julho-2023-parte02-v5.pdf>

[6] GUARIDO, P. C. P.; Marinho, T. **Retrospectiva 2021: Desmatamento e focos de calor na área de influência da rodovia BR-319.** Observatório BR-319, 2022.

[7] Larrea-Alcázar, D. M., Cuvi, N., Valentim, J., Diaz, L., Vidal, S., & Palacio, G. 2021. **Economic drivers in the Amazon from the 19th century to the 1970s**. In: Nobre, C. et al. Amazon Assessment Report 2021. Disponível em: < https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1136259/economic-drivers-in-the-amazon-from-the-19th-century-to-the-1970s>

[8] LIMA, E. F. L. **Agricultura Familiar e Escoamento de produtos Agrícolas: A Experiência do Ramal Da Sudam (Itacoatiara-AM).** Brazilian Journal of Production Engineering, 6(4), Edição Especial "Tecnologia & Inovação na Agricultura", 12-24, 2020. Disponível em: < https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/30047>

[9] MEIRELES, L. V. **Levantamento de espécies de Lepidopteras em um fragmento de Floresta, localizado ma Comunidade do ramal do Macurany, Parintins- AM.** Repositório Institucional Universidade Estadual do Amazonas, 2020. Disponível em: < http://repositorioinstitucional.uea.edu.br//handle/riuea/4383>

[10] MATOS, J. S.; MINHOS, L. M.; PEREIRA, K. P. Dinâmica do Desmatamento no ramal do Brasileirinho, zona leste da cidade de Manaus, AM, nos anos de 2008 e 2017. Revista Terceira Margem Amazônia, v. 6 • n. especial 16 • Jan. 2021. Disponível em: < https://doi.org/10.36882/2525-4812.2021v6i16.ed.esp.p139-154>

[11] NOGUEIRA, B. V. D.; BARBOSA, F. M. D. **Revivendo Experiências na Terceira Idade em Realidade Virtual no Interior do Amazonas**. Comunidades Amazônicas, Computer on The Beach, v. 11 n. 1, 2020. Disponível em: < 10.14210/cotb.v11n1.p560-563>

[12] SERRÃO, A. M.; CRUZ, M. J. M. **Geografia das colônias agrícolas no médio rio Amazonas, município de Urucará-AM**, Dossiê Amazonas Nº 43, 2019. Disponível em: < https://doi.org/10.4000/confins.25236>

[13] SILVA, M. F. A **Degradação Ambiental decorrente da Construção do Ramal da Água Preta/Areal, Zona Rural de Manaus/Amazonas**. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações - UFAM**,** 2020. Disponível em: < https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8091>

[14] SILVA, M. F.; CASTRO, L. L; SOUZA, M. G. **Os Problemas Ambientais do Ramal da Água Preta/Areal, Zona Rural de Manaus/Amazonas.** Fórum Ambiental da Alta Paulista, ISSN 1980-0827 – Volume 17, número 4, 2021. Disponível em: < https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiOptHZt6uDAxWUqZUCHUb9BcoQFnoECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Fscholar.archive.org%2Fwork%2Fw4juu5lopjbftgp7xtz7qjpkcy%2Faccess%2Fwayback%2Fhttps%3A%2F%2Fpublicacoes.amigosdanatureza.org.br%2Findex.php%2Fforum_ambiental%2Farticle%2Fdownload%2F3051%2F2948&usg=AOvVaw2TbJ3gb1MIc3ZHq80SdOeh&opi=89978449>

[15] SILVESTRIM, E. G, VIEIRA, M. E. S.; SILVESTRUM, F. G.; FILHO, LOPES, A. B. **Uma visão sobre a degradação ambiental causada pelas ocupações irregulares emáreas verdes na cidade de Manaus-AM.** Research, Society and Development, v. 10, 2021. Disponível em: < https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/23764/20964/285056>

[16] SOUZA, B. P.; COSTA, J. A. L. **Cenário de Desmatamento na Região de Influência da Rodovia AM-254 Por meio de Imagens Sar Aerotransportado R99-SAR/SIPAM.** Anais Do Xix Simposio Brasileiro De Sensoriamento Remoto**,** Galoa, pag. 1015 a 1018**,** 2019. Disponível em: < http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2019/10.25.21.10/doc/97919.pdf>

[17] QUEIROZ, J. P. **Turismo de base Comunitária: um olhar sobre a Comunidade Santo Antônio do Mamori, Careiro – AM**. Repositório Institucional Universidade Estadual do Amazonas, 2022. Disponível em: < http://repositorioinstitucional.uea.edu.br//handle/riuea/4861>

Capítulo 23

Implementação e eficiência de uma estação de tratamento de efluentes biológicos de um centro comercial em Manaus

Thais Queiroz Dutra
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Uma seleção de procedimentos para gerenciar uma empresa com o objetivo de obter uma melhor relação com o meio ambiente e contribuir para a conscientização dos colaboradores está incluída no sistema de gestão ambiental. O objetivo deste artigo é implementar ações e métodos ambientais voltados à racionalização das operações para beneficiar de uma empresa de transporte fluvial de grande porte. Foram realizadas coletas de dados e avaliações diárias das atividades do setor ambiental nesse período, que decorreu de janeiro a maio de 2023. Os resultados obtidos da implementação do sistema na empresa abrangem toda a estrutura setorial da empresa, alcançando resultados impressionantes, principalmente no reaproveitamento de resíduos perigosos e não perigosos, além da introdução de ações ambientais como educação ambiental (EA) e treinamentos, onde o envolvimento de todos os funcionários é notável. Assim, uma estrutura ambiental é fundamental para que uma implementação do SGA consiga ser realizada dentro dos parâmetros dos objetivos, levantando as mudanças de gestão permitidas para a preservação do meio ambiente e incentivos as práticas mais satisfatórias, respeitando os aspectos legais.

Palavras-chave: Prática do SGA; Incentivo Sustentável; Setor Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

Um dos problemas enfrentados pela população urbana e rural da região Amazônica, é a falta de saneamento básico, o que trivialmente gera consequências negativas para saúde, economia e para o meio ambiente. Fatores que algumas vezes são agravados pela falta de infraestrutura das cidades e falta de investimentos dos gestores.

A evolução do saneamento básico no mundo ocorreu de maneira lenta, os autores Diaz e Nunes (2020) citam que o histórico de doenças de veiculação hídrica e diversas epidemias, não levaram o ser humano a priorizar o saneamento como um serviço fundamental. Francisco (2021) coloca ainda que a distribuição desigual desses serviços, de certa forma, beneficiam economicamente certos grupos em um contexto em que a água é vista cada vez mais como um produto comercial e não um elemento básico do consumo humano.

O saneamento básico no Brasil é um direito garantido pela Constituição Federal e regulamentado pela Política Nacional de Saneamento Básico - Lei nº. 11.445/2007, e conforme Santos *et al.,* (2018) é definido como um conjunto de medidas para garantir o bem-estar de uma comunidade, com abastecimento de água, sistemas de esgoto, coleta e disposição final de resíduos e outros serviços. Para Resende *et al.,* (2018), os autores complementam que são fundamentais como medidas preventivas para a saúde, prevenindo doenças e melhorando a qualidade de vida de toda a população, enquanto para Santiago *et al.,* (2020), mesmo com avanço da legislação o acesso a esse serviço é concentrado a grandes centros urbanos, sendo escasso ou nem existindo em regiões periféricas e interiores.

Contudo Vilarinho & Couto (2023), expõe que em todo território brasileiro o saneamento básico enfrenta desafios significativos, que afetam o progresso de aplicação em todo o país, como falta de investimento e a baixa qualidade técnica, e acordo com dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2023). O país conta somente com 89 agências reguladoras de saneamento, distribuídas em 47 níveis municipais, 26 estaduais e 16 intermunicipais. Oliveira & Granziera (2021) mostram que cerca 1.900 municípios (34,11%) ainda não possuem agências reguladoras, mesmo após 16 anos do sancionamento da Politica Nacional de Saneamento Básico no país, Diaz & Nunes (2020) ainda revelam que mais de 100 milhões de brasileiros não possuem acesso a rede de esgoto ate 2018, que atendia somente a 53,2% da população naquele ano, em relação à água potável, cerca de 30 milhões de brasileiros não eram atendidos por esse serviço.

Em Pereira & Franco (2023), os autores expõem que quando se trata da região norte a situação se torna mais desafiadora, devido à sua grande extensão geográfica e à dificuldade de acesso a áreas mais remotas. Este contexto é agravado pela ausência de infraestrutura para água e esgoto, somada à carência de investimentos por parte das autoridades públicas. Conforme Oliveira *et al.,* (2021), a região norte detém uma das piores situações do país quando o assunto é saneamento básico. Ainda, segundo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), o acesso água no estado no ano de 2020 era de somente 57,1% da população, já a coleta de esgoto era em torno de 10,5%, extremamente inferior, e o para volume de esgoto tratado é somente de 21,7%.

A região Norte do Brasil apresenta índices baixos quando se trata do acesso ao saneamento básico, conforme Oliveira et *al.,* (2021), muitas regiões localizam-se distantes da capital, e enfrentam a carência de quase todos os serviços, principalmente no tratamento de esgoto. Contudo, no Amazonas 81% da população tem acesso aos serviços

de água (OLIVEIRA et al., 2021). Referente a taxa de coleta de esgoto apenas 10% tem acesso ao serviço e apenas 8% têm o esgoto tratado em Manaus.

A deficiência desse serviço fundamental expõe a população a diversas doenças, segundo Moraes (2021), devido às condições precárias de saneamento e à baixa qualidade da água, as doenças transmitidas pela água, como febre tifoide, cólera, salmonela, shigelose e diversas gastroenterites, além de poliomielite, hepatite A, infestações por vermes, amebíase e giardíase, foram responsáveis por vários surtos epidêmicos. Em em 2019, aproximadamente 273 mil pessoas foram hospitalizadas no Brasil devido a doenças transmitidas pela água, no mesmo período, houve o registro de 2.734 óbitos relacionados a essas enfermidades (FREITAS, 2022).

Diante disso Oliveira *et al.,* (2021) citam que o tratamento de esgoto e água desempenham um papel crucial na redução da degradação e na preservação dos recursos hídricos, sendo essencial buscar tecnologias que sejam eficazes e economicamente viáveis, promovendo um equilíbrio sustentável no uso da água. Guedes (2019) coloca que existem duas categorias de tratamento de esgoto no Brasil, os convencionais, que empregam estações de tratamento de esgoto (ETEs), e os não convencionais, como fossas, sumidouros e filtros anaeróbios. De maneira geral Munhoz (2020) complementa que as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) têm como objetivo primordial preservar a saúde da população e proteger o meio ambiente.

Nesse contexto Oliveira et al. (2021) cita que a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) é uma infraestrutura planejada para realizar o tratamento de esgoto por meio de processos físicos, químicos e/ou biológicos em uma área específica, na NBR 12.209/1992 a ETE é apresentada como um "conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento" (ABNT, 1992).

Assim, esse artigo apresenta a implementação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em um Centro Comercial de Manaus. Além disso, analisará sua eficiência e se ela atende todos os quesitos legais da legislação Municipal 1.192 do CONDEMA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa proposta adota uma abordagem de estudo de caso para investigar o tratamento de esgoto em uma estação específica. O objetivo principal é analisar o desempenho operacional, a eficiência do tratamento e as práticas adotadas na estação selecionada.

Nesta seção, serão apresentados os métodos empregados no estudo sobre eficiência do tratamento dos efluentes biológicos, gerados em um Centro Comercial localizado na cidade de Manaus, em janeiro 2023. Os resultados apresentados por este artigo tiveram na sua fase de implantação 2 tanques de fibra de vidro. Um primeiro tanque medindo 6 metros comprimento x 1,5 diâmetro, e um segundo tanque, medindo 3 metros de comprimento x 1,5 diâmetro. Além disso, 1 aerador para processo de aeração e 1 painel elétrico para o soprador. A ETE foi projetada para atender uma vazão de 20 m^3/dia, contemplando, o pré-tratamento (gradeamento, caixa de retenção de areia e gordura), construído em alvenaria. A Figura 1 mostra a localização de instalação da ETE.

Figura 1: Localização da ETE no empreendimento comercial de Manaus/AM

Fonte: Google Maps (2023).

Os tanques da estação de tratamento de esgoto possuem uma divisória interna onde executam as etapas de equalização, aeração, decantação e desinfecção usando partilhas de cloro. O efluente passará por essas etapas e após será lançado na rede drenagem com o destino ao corpo receptor (igarapé próximo). A estação de tratamento de efluentes foi instalada enterrada, abaixo do nível do solo, ficando bocas de acesso para manutenções preventivas e corretivas no sistema, conforme a Figura 2. O efluente gerado pelo Centro Comercial é proveniente dos banheiros instalados nas lojas, e os de clientes e frequentadores do estabelecimento comercial (vasos sanitários, pias).

Figura 2: Fase da implantação da ETE no empreendimento comercial de Manaus/AM

Fonte: Autores (2023).

O Controle de qualidade do Efluente tratado foi realizado por meio de amostras coletadas bimestralmente e seus resultados confrontadas quanto ao atendimento legal dos parâmetros exigidos pelo órgão ambiental (SEMMAS OU IPAAM). As manutenções e correções da ETE são feitas por profissionais capacitados e possuem a seguintes recomendações: Limpeza e retirada de lodo e gordura acumulado na ETE – Bimestralmente; Manutenções Preventivas nos Equipamentos Elétricos (soprador de ar, painel elétrico) – Trimestral; Análise do Efluente: Bimestral, obedecendo os parâmetros determinados pelo IPAAM, com base no Conama 430, nos pontos de entrada e saída da ETE; Emissão de relatório Técnico mensal sobre o que foi realizado na ETE no referido mês.

2.1. OS PROCEDIMENTOS PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (PREVENTIVA E CORRETIVA) DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES (ETE)

A Estação de tratamento de efluentes (ETE) instalada no empreendimento, possuirá um (01) sistema de pré-tratamento (gradeamento e a caixa de retenção areia e gordura, e dois tanques de tanque de fibra enterrado, caracterizado como os tanques da ETE; as manutenções preventivas e corretivas em todo sistema ETE, deverão ser realizadas por profissionais capacitados e com experiencia na realização desses serviços da ETE. Deverá ser realizado tais procedimentos para a realização das manutenções, conforme aqui descrevemos:

a) Limpeza e retirada de Lodo acumulado na ETE: Bimestralmente

A limpeza e retirada de lodo e gordura deverá ser realizada bimestralmente, utilizando caminhão à vácuo (limpa fossa), devidamente licenciado junto aos órgãos ambientais. A limpeza deverá ser iniciada pelo pré-tratamento para remoção de todo lodo gordura retidos e posteriormente para o tanque da ETE, onde deverá ser retirado do lodo retido nas etapas de equalização e decantação. O período para essa limpeza, recomendamos que seja bimestral.

b) Manutenções preventivas nos Equipamentos Elétricos: (Soprador de Ar, Painel Elétrico) – Trimestral

A ETE instalada, possui equipamentos como: soprador de ar e painel elétrico. Para esses equipamentos recomendamos que seja realizado manutenções:

a) Soprador de Ar: Manutenção Trimestral, considerando: troca de rolamentos, selo mecânico, lubrificação etc.

b) Painel Elétrico: Revisão em contactores, disjuntores, lâmpadas de identificação etc. Revisão Semestral;

c) Análise do Efluente (Entrada e Saída)

Análise do Efluente: Bimestral, obedecendo os parâmetros determinados pelo IPAAM ou SEMMAS, no verso da licença de operação (LO), nos pontos de entrada e saída da ETE.

d) Emissão de Relatório Técnico Mensal Sobre o que foi realizado na ETE no referido mês

A empresa que será responsável pelas manutenções da ETE, deverá emitir um relatório mensal de manutenção informando tudo que foi realizado e informar se aconteceu algo no funcionamento do sistema ETE.

e) Recomendação da Realização de Serviços Técnicos de Manutenção Preventiva e Corretiva na ETE (Mensal):

Foi necessário que a ETE tivesse um acompanhamento técnico de empresa especializada em operação e manutenção do sistema, a fim de que este apresentasse a devida eficiência em seu tratamento. Foi importante o acompanhamento, pois o sistema retém os resíduos sólidos, lodo decantado e sem retirada desses itens, o tratamento pode ser influenciado, diminuindo a sua eficiência. Além disso, a não realização desses procedimentos de manutenção não garante o bom funcionamento do sistema da ETE.

3. RESULTADOS

No mês de janeiro, março e maio de 2023. Ocorreu as análises da performance da ETE. Foi realizado os serviços técnicos operação e manutenção na ETE que atende as lojas do centro comercial. No dia 04/01/2023, foi realizado a coleta de efluente nos pontos de entrada e saída da ETE, para análise em laboratório. Os serviços foram realizados com sucesso e o sistema de tratamento de efluentes (ETE), funcionou em sua normalidade. Foi adicionado cloro pastilha duas vezes na semana para o processo de desinfecção do efluente tratado, conforme Figura 1a e 1b.

Figura 1: a) Operador retirando as amostras para análise; b) Cloro Pastilha e pastilhas usadas no tratamento.

a) b)

Fonte: Autores (2023).

Pelos resultados analíticos obtidos, foi possível notar que o efluente aquoso proveniente da saída da ETE apresentou qualidade, o que não ocasiona impacto ambiental junto ao meio hídrico receptor, conforme determina a resolução N°430 do CONAMA, Art16 e 21. Baseado nas análises verificou-se que o DBO_5 de entrada foi de 206,0 mg/L e que este valor esta muito acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA, que é aceitável até 120 mg/L.

Por outro lado, após o tratamento dos efluentes o valor de DBO_5 saída foi para 11,0 mg/L, isso sugere uma redução significativa na carga de matéria orgânica no efluente tratado, indicando eficácia no processo de tratamento. Os valores mais baixos de DBO_5 indicam que o efluente tratado contém menos poluentes orgânicos que consomem oxigênio e tornando-o ambientalmente seguro quando lançado de volta aos rios ou corpos d'água. A conformidade com os padrões regulatórios geralmente exige que os valores de DBO estejam abaixo de determinados limites para garantir a qualidade da água e a saúde dos ecossistemas aquáticos. Calculados o DBO_5 dos efluentes de entrada na estação de tratamento e saída, após o tratamento, foram calculadas a eficiência da estação, apresentando uma mínima de DBO_5 em torno de 94,66%.

Em suma, a análise desses parâmetros destaca áreas de eficiência no tratamento do efluente, mas também indica a necessidade de melhorias específicas para garantir a conformidade total com os padrões ambientais estabelecidos.

Tabela 1: Laudo das análises no mês de janeiro.

PARAMÊTROS	RESOLUÇÃO CONAMA N°430 DE 13/05/2011 DO ART.16 E 21	ENTRADA DA ETE	SAÍDA DA ETE
pH	5,0 a 9,0	6,01	6,55
Cor	Sem Referência	833 mg/L. Pt Co	59 mg/L. Pt Co
Temperatura (°C)	Inferior à 40°C	29.7 °C	28.2 °C
Turbidez (UH)	Sem Referência	148,0 NTU	29,9 NTU
Sólidos Totais (mg/L)	Sem Referência	850 mg/L	98 mg/L
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Sem Referência	256 mg/L	26 mg/L
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	Até 1,0ml/L	2,0 mL/L	0,1mL/L
Sólidos Voláteis (mg/L)	Sem Referência	481 mg/L	61 mg/L
Sólidos Suspensos (mg/L)	Sem Referência	594 mg/L	72 mg/L
Sólidos Fixos (mg/L)	Sem Referência	435 mg/L	56 mg/L
DBO (5 dias)	Até 120 mg/L	290,0 mg/L	40,0 mg/L
Nitrato (mg/L)	Sem Referência	10,0 mg/L	1,90 mg/L
Nitrito (mg/L)	Sem Referência	4,50 mg/L	0,90 mg/L
Sulfato (mg/L)	Sem Referência	<0,001 mg/L	<0,001 mg/L
Sulfeto (mg/L)	Até 1,0 mg/L	2,20 mg/L	0,44 mg/L
Fósforo Total	Sem Referência	0,950 mg/L	0,021 mg/L
Fosfato (mg/L)	Sem Referência	9,60 mg/L	1,70 mg/L
Nitrogênio Total (mg/L)	Até 20 mg/L	64,0 mg/L	6,90 mg/L
Óleos e graxas (minerais) (mg/L)	Até 20 mg/L	n.d	n.d
Óleos e graxas (minerais) (mg/L)	Até 50 mg/L	90,0 mg/L	9,80 mg/L
Material Flutuante	Ausente	Ausente	Ausente
DQO	Sem Referência	717,50 mg/L	99,0 mg/L
Oxigênio Dissolvido	Sem Referência	n.d	2,0 mg/L
Coliformes Totais	Sem Referência	16.700 NMP/100mL	550 NMP/100mL
Coliformes Termotolerantes	Sem Referência	7.550 NMP/100mL	40 NMP/100mL

Fonte: Autores (2023).

Os resultados da análise dos parâmetros do efluente bruto e tratado (ver Tabela 2), indicam que a DBO_5 do efluente na entrada foi de 290,0 mg/L. Após o tratamento, observou-se uma redução para 40,0 mg/L, como evidenciado pelas análises realizadas. O pH inicial encontrado foi de 6,01, mantendo-se estável após o tratamento, também com um valor de 6,55 em conformidade com as normas estabelecidas. Esses resultados demonstram aderência à Resolução Conama nº 430/2011, que estipula um limite máximo de 120 mg/L para a DBO ou requer que o sistema de tratamento atinja uma eficiência mínima de remoção de 60%, apresentados na Tabela 2.

De acordo com os resultados analíticos obtidos, foi possível verificar que o efluente aquoso proveniente da saída da ETE, mas não apresentava impacto ambiental junto ao meio hídrico receptor, conforme a Resolução N° 430 do CONAMA, Art. 16 e 21.

Com esse método é possível realizar uma eliminação completa dos micro-organismos contidos na água dos esgotos que posteriormente é direcionada para os rios e mananciais. O cloro gás é uma substância amarelo-esverdeada. Mas apesar de não corrosiva em seu estado puro, se torna altamente corrosiva aos metais comuns ao ser misturada com água.

Tabela 2: Laudo das análises no mês de março.

PARAMÊTROS	RESOLUÇÃO CONAMA N°430 DE 13/05/2011 DO ART.16 E 21	ENTRADA DA ETE	SAÍDA DA ETE
pH	5,0 a 9,0	6,59	6,86
Cor	Sem Referência	666 mg/L. Pt Co	15 mg/L. Pt Co
Temperatura (°C)	Inferior à 40°C	27,8 °C	28.9 °C
Turbidez (UH)	Sem Referência	110,0 NTU	3,64 NTU
Sólidos Totais (mg/L)	Sem Referência	577 mg/L	38 mg/L
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Sem Referência	200 mg/L	10 mg/L
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	Até 1,0ml/L	1,1 mL/L	0,1mL/L
Sólidos Voláteis (mg/L)	Sem Referência	342 mg/L	21 mg/L
Sólidos Suspensos (mg/L)	Sem Referência	377 mg/L	28 mg/L
Sólidos Fixos (mg/L)	Sem Referência	239 mg/L	14 mg/L
DBO (5 dias)	Até 120 mg/L	206,0 mg/L	11,0 mg/L
Nitrato (mg/L)	Sem Referência	6,0 mg/L	1,10 mg/L
Nitrito (mg/L)	Sem Referência	2,40 mg/L	0,40 mg/L
Sulfato (mg/L)	Sem Referência	<0,001 mg/L	<0,001 mg/L
Sulfeto (mg/L)	Até 1,0 mg/L	1,0 mg/L	0,16 mg/L
Fósforo Total	Sem Referência	0,500 mg/L	0,006 mg/L
Fosfato (mg/L)	Sem Referência	8,0 mg/L	1,30 mg/L
Nitrogênio Total (mg/L)	Até 20 mg/L	38,0 mg/L	3,0 mg/L
Óleos e graxas (minerais) (mg/L)	Até 20 mg/L	n.d	n.d
Óleos e graxas (minerais) (mg/L)	Até 50 mg/L	49,0 mg/L	4,50 mg/L
Material Flutuante	Ausente	Ausente	Ausente
DQO	Sem Referência	524,50 mg/L	28,0 mg/L
Oxigênio Dissolvido	Sem Referência	n.d	2,5 mg/L
Coliformes Totais	Sem Referência	12.700 NMP/100mL	80 NMP/100mL
Coliformes Termotolerantes	Sem Referência	6.100 NMP/100mL	Ausente

Fonte: Autores (2023).

Ao avaliar a qualidade do efluente tratado na Tabela 3, diversos parâmetros são considerados, o pH, indicador da acidez ou alcalinidade, na entrada (6,29) e saída (6,69) encontra-se dentro do intervalo recomendado de 5,0 a 9,0. Entretanto, alguns parâmetros, como a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), apresentam valores preocupantes na entrada o que é considerado normal, pois o efluente esta bruto, a DBO atingiu 269,0 mg/L.

Os níveis de Coliformes Totais e Termotolerantes, na entrada (18.600 NMP/100mL e 7.800 NMP/100mL, respectivamente), estão significativamente elevados, mas são reduzidos para valores aceitáveis na saída (280 NMP/100mL e 28 NMP/100mL, respectivamente). Contudo, o Nitrogênio Total, tanto na entrada (69,0 mg/L) quanto na saída (6,0 mg/L), excede o limite de 20 mg/L, sugerindo uma eficiência limitada no tratamento desse parâmetro.

A análise detalhada dos parâmetros na Tabela 3, revela áreas de melhoria significativas no tratamento do efluente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Embora tenha havido reduções notáveis em parâmetros como Sólidos Totais, Turbidez, Sólidos Suspensos, Fósforo Total e Óleos e Graxas entre a entrada e saída da ETE, ainda existem margens para aprimoramento. Além disso, embora os valores de Óleos e Graxas na saída estejam dentro dos limites legais, uma redução adicional desses compostos seria benéfica para minimizar seu impacto no meio ambiente.

Calculados o DBO_5 dos efluentes de entrada na estação de tratamento e saída, após o tratamento, foram calculadas a eficiência da estação, apresentando uma mínima de DBO_5 em com eficiência de 86,61%.

Tabela 3: Laudo das análises no mês de maio.

PARAMÊTROS	RESOLUÇÃO CONAMA N°430 DE 13/05/2011 DO ART.16 E 21	ENTRADA DA ETE	SAÍDA DA ETE
pH	5,0 a 9,0	6,29	6,69
Cor	Sem Referência	678 mg/L. Pt Co	47 mg/L. Pt Co
Temperatura (°C)	Inferior à 40°C	30,7 °C	28.8 °C
Turbidez (UH)	Sem Referência	136,0 NTU	20,0 NTU
Sólidos Totais (mg/L)	Sem Referência	773 mg/L	79 mg/L
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Sem Referência	238 mg/L	22 mg/L
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	Até 1,0ml/L	1,9 mL/L	0,1mL/L
Sólidos Voláteis (mg/L)	Sem Referência	477 mg/L	46 mg/L
Sólidos Suspensos (mg/L)	Sem Referência	535 mg/L	57 mg/L
Sólidos Fixos (mg/L)	Sem Referência	406 mg/L	39 mg/L
DBO (5 dias)	Até 120 mg/L	269,0 mg/L	36,0 mg/L
Nitrato (mg/L)	Sem Referência	9,20 mg/L	1,90 mg/L
Nitrito (mg/L)	Sem Referência	4,50 mg/L	0,82 mg/L
Sulfato (mg/L)	Sem Referência	<0,001 mg/L	<0,001 mg/L
Sulfeto (mg/L)	Até 1,0 mg/L	2,20 mg/L	0,40 mg/L
Fósforo Total	Sem Referência	0,990 mg/L	0,019 mg/L
Fosfato (mg/L)	Sem Referência	9,0 mg/L	1,60 mg/L
Nitrogênio Total (mg/L)	Até 20 mg/L	69,0 mg/L	6,0 mg/L
Óleos e graxas (minerais) (mg/L)	Até 20 mg/L	n.d	n.d
Óleos e graxas (minerais) (mg/L)	Até 50 mg/L	89,0 mg/L	8,0 mg/L
Material Flutuante	Ausente	Ausente	Ausente
DQO	Sem Referência	695,0 mg/L	93,0 mg/L
Oxigênio Dissolvido	Sem Referência	n.d	2,0 mg/L
Coliformes Totais	Sem Referência	18.600 NMP/100mL	280 NMP/100mL
Coliformes Termotolerantes	Sem Referência	7.800 NMP/100mL	28 NMP/100mL

Fonte: Autores (2023).

Os resultados das análises dos parâmetros do efluente bruto e tratado (conforme apresentados na Tabela 3 indicam que o valor da DBO_5 do efluente na entrada foi de 269,0 mg/L, enquanto o efluente tratado foi de 36,0 mg/L, sendo as análises realizadas dentro das normas. Esses valores estão em conformidade com a Resolução CONAMA nº 430/2011, que estabelece um limite máximo de 120 mg/L para a DBO_5, ou exige que o sistema de tratamento alcance uma eficiência mínima de remoção de 60%, enquanto o sistema obteve eficiência acima de 80%.

No que diz respeito aos resultados relacionados aos parâmetros do efluente na entrada da ETE apresentada na Tabela 3, eles mostram valores em conformidades. Isso se deve ao fato de que o sistema foi especificamente projetado para lidar com tais não conformidades; caso contrário, não haveria necessidade de implementar o processo. A legislação brasileira não estabelece um limite para coliformes em descargas de efluentes da ETE.

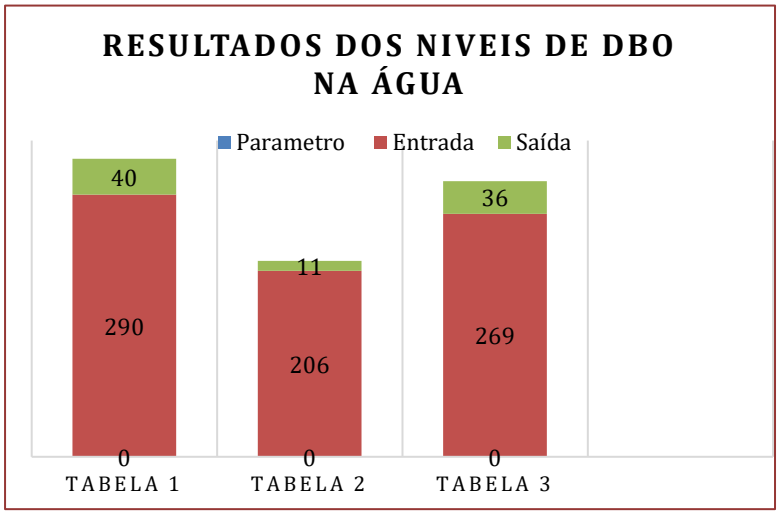
No entanto, é imperativo que esses coliformes não contribuam para elevar a contagem de termotolerantes nos corpos receptores acima de 1000 NMP/100 ml, conforme estipulado pela Resolução nº 357/2005. Assim, tanto a vazão do efluente quanto do corpo receptor determinarão o limite máximo permitido de coliformes para o efluente dessa estação.

A melhoria desses parâmetros contribuiria para um efluente tratado de maior qualidade, alinhado aos padrões ambientais estabelecidos. Esses ajustes podem demandar otimizações nos processos de tratamento existentes na ETE, visando atingir valores mais próximos dos limites legais para proteção ambiental e saúde pública.

3.1. REFERENTE AOS RESULTADOS DOS LAUDOS APRESENTADO DA ETE

O Gráfico 1 mostra um resumo das análises realizadas nos meses de janeiro, março e maio na ETE instalada em um centro comercial. Nota-se que após análise das três tabelas de dados referentes à entrada e saída de DBO, verificou-se que no mês de março (Tabela 2) demonstrou a maior eficiência na remoção de poluentes, com aproximadamente 94.7%.

Gráfico 1: Resumo das Tabelas



Fonte: Autores (2023).

Por meio do Gráfico 1 é possível comparar as eficiências de remoção de DBO, as análises realizadas em março (Tabela 2) apresentou a maior eficiência em torno de 94,7%, conseguindo remover uma maior proporção da matéria orgânica presente na água em comparação com os meses de janeiro que foi de 86,2% (Tabela 1) enquanto maio a eficiência foi de 86,6% (Tabela 3). Ao mesmo tempo, a Resolução CONAMA 357/2005, que trata das condições e padrões de lançamento de efluentes, estabelece que o tratamento de esgoto doméstico deve alcançar uma remoção mínima de 60% da Demanda Bioquímica de Oxigênio.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo analisou a performance de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) situada em um centro comercial em Manaus, durante os meses de janeiro, março e maio de 2023. Realizaram-se análises dos parâmetros do efluente, destacando a eficácia do tratamento e a conformidade com as diretrizes ambientais estabelecidas pela Resolução CONAMA N°430, Art.16 e 21. Durante o período de estudo, foram executados serviços técnicos de operação e manutenção na ETE, incluindo a adição regular de cloro para desinfecção do efluente tratado, resultando em um sistema de tratamento funcional.

Nos resultados obtidos em janeiro, a DBO_5 de entrada excedeu os limites estabelecidos, registrando 206,0 mg/L, mas foi consideravelmente reduzida para 11,0 mg/L após o tratamento. Isso evidencia uma significativa diminuição na carga de matéria orgânica no efluente tratado, indicando eficácia no processo de tratamento. Em março, as análises demonstraram que a ETE reduziu a DBO5 de 290,0 mg/L para 40,0 mg/L, mantendo o pH dentro dos padrões aceitáveis. Os resultados apresentaram melhorias nos valores de diversos parâmetros, indicando uma tendência positiva no tratamento. Contudo, ainda foram observados níveis acima do permitido para nitrogênio total na saída da ETE. No mês de maio, embora alguns parâmetros tenham sido significativamente reduzidos, como a DBO5 de 269,0 mg/L para 36,0 mg/L, persistiram desafios, especialmente com os valores de coliformes totais e termotolerantes na saída, os quais excederam os limites estabelecidos pela legislação.

A análise comparativa desses três meses evidenciou melhorias notáveis nos processos de tratamento, refletidas na diminuição de diversos parâmetros, a eficiência média de remoção de DBO5 na ETE ao longo dos três meses foi calculada em torno de 86,61%. Portanto, a avaliação dos parâmetros analisados destaca áreas de eficiência no tratamento do efluente, os desafios ainda existentes apontam para a necessidade contínua de aprimoramentos específicos para garantir a conformidade integral com os padrões ambientais estabelecidos.

REFERÊNCIAS

[1] ANA – **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. Entidades Infranacionais. 2023. Disponível em: < https://www.gov.br/ana/pt-br>

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12209: elaboração de projetos hidráulico -sanitários de estações de tratamento de esgoto sanitários.** Rio de Janeiro: ABNT, 2011. Disponível em: < https://pt.scribd.com/document/381541166/NBR-12209-2011-Elaboracao-de-projetos-hidraulicos-sanitarios-de-estacoes-de-tratamento-de-esgotos-sanitarios-pdf>

[3] BRASIL. **Manual de Saneamento**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde. 3a ed. 2006. Disponível em: < https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf>

[4] CONAMA. **Resolução Conama, n. 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.2005. Disponível em: < https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf>

[5] DIAZ, R. R. L.; NUNES, L. R. **A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil.** Revista de Direito da Faculdade Guanambi, Guanambi, v. 7, n. 02, Página 1 de 23, 2020. Disponível em: < https://doi.org/10.29293/rdfg.v7i02.292>

[6] DIB, B. S.; CANHOTO, O. M. F.; MORAES, R. P. G.; SILVA, I. R. **Saneamento Básico: Impactos ambientais causados pelo despejo de esgoto no Rio Negro (Amazonas-Brasil)**, Research, Society and Development, v. 11, n.13, pg. 1-13, 2022. Disponível em: < 10.33448/rsd-v11i13.35693>

[7] FRANCISCO, C. G. **Privatização da Água no Brasil e o Novo Marco do Saneamento Básico**, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agronômica) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2021. Araras, 2021. Disponível em: < https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/15272>

[8] FREITAS, S. P. **Levantamento Da Ocorrência De Doenças De Veiculação Hídrica E Sua Relação Com Zonas Alagadas No Período Chuvoso No Município De Itacoatiara-Am**, Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação - Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Itacoatiara, 2022. Disponível em: < http://riu.ufam.edu.br/handle/prefix/6337>

[9] GUEDES, N. M. **Desenvolvimento de um Sistema Mecânico de Reuso de Água Não Potável de uma Unidade Hospitalar Em Manaus-Am**. UEA/EST - Trabalho de Conclusão de Curso Graduação, Manaus, 2019. Disponível em: < http://repositorioinstitucional.uea.edu.br//handle/riuea/2435>

[10] MORAES, A. E. **Doenças Vinculadas Por Recursos Hídricos No Bairro Tancredo Neves No Município De Tabatinga No Estado Do Amazonas**, CESTB - Trabalho de Conclusão de Curso Graduação UEA, Tabatinga, 2021. Disponível em: < http://repositorioinstitucional.uea.edu.br//handle/riuea/3524>

[11] MUNHOZ, L. R. J. **Avaliação e dimensionamento da Estação de Tratamento de Esgoto de Rio Paranaíba –MG**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: < http://orcid.org/0000-0002-0846-0568>

[12] OLIVEIRA, E. D. G. N.; RAMOS, A. R. S.; GONÇALVES, P J. S.; PINHEIRO, E. C. N. M. **Impactos ambientais causados pela falta de saneamento básico em Manaus**, Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.12, p. 120571-120585, dec. 2021. Disponível em: < https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-702>

[13] OLIVEIRA, C. R.; GRANZIERA, M. L. M. (Org.) **Novo Marco do Saneamento Básico no Brasil.** Indaiatuba, SP: Editora Foco, pg. 216, 2021. Disponível em:< https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento-basico/novo-marco-legal-do-saneamento#:~:text=Novo%20Marco%20Regulatório%20do%20Saneamento,a%20editar%20normas%20de%20referência.>

[14] OLIVEIRA, C. R. M.; PORTELLA, C. M. M.; GONÇALVES, R. J.; OLIVEIRA-JUNIOR, Z. O. **Saneamento básico e a relação intrínseca com o desenvolvimento sustentável: um desafio frente à desigualdade socioeconômica na Região Norte do Brasil**, Revista Meio Ambiente (Brasil), v.3, n.3, pg. 062-074, 2021. Disponível em: < 10.5281/zenodo.5118470.>

[15] PEREIRA, J. S.; FRANCO, A. O. **Os Desafios Do Saneamento Básico Na Cidade De Rio Branco-Acre, Brasil**. UÁQUIRI: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia UÁQUIRI, v. 05, n. 01, p. 56 - 69, ano 2023. Disponível em: < https://orcid.org/0000-0002-7640-6109>

[16] RESENDE, R. G.; FERREIRA, S.; FERNANDES, L. F. R. **O saneamento rural no contexto brasileiro**, Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, mar. 2018. Disponível em: < https://doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181027>

[17] SANTIAGO, C.; PUGLIESI, E.; MASSUKADA, L.; KOTAKA, F. **Contribuições da Fundação Nacional de Saúde na pesquisa em saúde e saneamento no Brasil**, Revista Saúde Soc. São Paulo, v.29, n.2, pg. 1-16, 2020. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/S0104-12902020181011>

[18] SANTOS, F. F. S.; DALTRO FILHO, J.; MACHADO, C. T.; VASCONCELOS, J. F.; FEITOSA, F. R. S. **O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública.** Revista Brasileira de Meio Ambiente, v.4, n.1. 241-251, 2018. DISPONÍVEL EM: <

https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/127>

[19] VILARINHO, C. M. R.; COUTO, E. A. **Saneamento básico e regulação no Brasil: desvendando o passado para moldar o futuro**, REVISTA DIGITAL DE DIREITO ADMINISTRATIVO, vol. 10, n. 2, p. 233-257, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.11606/issn.2319-0558.v10i2p233-257>

Capítulo 24

Gestão de resíduos sólidos urbanos no aterro sanitário na cidade de Manaus/AM: estudo de caso

Maria Yasmin da Silva Maia
Christopher Romulo da Luz Hilgemberg
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: A gestão de resíduos sólidos no Amazonas enfrenta desafios significativos, uma realidade que exige atenção imediata. O aumento na geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil, acompanhado de mudanças na qualidade dos resíduos, tem levantado questões sobre a necessidade de um gerenciamento adequado e a importância de uma destinação correta desses resíduos. A gestão eficaz dos RSU envolve a coleta e tratamento dos resíduos, a separação dos resíduos e a substituição de lixões por aterros sanitários. Em Manaus, o crescimento populacional acelerado tem resultado em um aumento correspondente na produção de resíduos. O Aterro Sanitário da cidade desempenha um papel crucial no manejo dos resíduos gerados, implementando medidas que influenciam significativamente a condução dos resíduos para uma destinação final ambientalmente adequada. Os resíduos gerenciados podem ter origem em diversas fontes, incluindo a construção civil, o comércio em geral, indústrias, seres humanos, animais domésticos e efluentes. A gestão eficaz desses resíduos é fundamental para a sustentabilidade ambiental da região.

1. INTRODUÇÃO

Os municípios da região Norte do Brasil exibem várias características relacionadas à falta de saneamento básico. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) e do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento, esses municípios possuem baixos níveis de saneamento básico e alta precariedade de um sistema de gerenciamento e disposição final para o tratamento de resíduos sólidos (SNIS, 2018). A disposição dos resíduos sólidos urbanos (RSU) na região Norte é preocupante, com 64,4% dos municípios descartando seus resíduos de maneira inadequada (ABRELPE, 2021). Vilhena (2018) afirma que os lixões são uma forma inadequada de depositar os resíduos sólidos, pois contaminam o meio ambiente em larga escala, causando danos ao solo, corpos hídricos, incluindo os lençóis freáticos, e desequilibrando o ecossistema inteiro de áreas locais ou de vizinhança.

Com o desenvolvimento urbano e o crescimento econômico, novos padrões de produção e consumo foram estabelecidos, fragilizando significativamente o meio ambiente devido à grande demanda de exploração e uso de recursos naturais. Destaca-se a importância de repensar as práticas de consumo da sociedade nas esferas ambiental, ecológica e social em relação ao sistema de disposição final dos resíduos sólidos (ANDRADE, 2011).

Na Região Norte, observa-se um aumento na produção de lixo devido à deficiência na gestão de resíduos, mesmo sendo a região do Brasil com menos habitantes e, ao mesmo tempo, a que menos utiliza recursos fundamentais para o desenvolvimento do saneamento básico local. Isso pode estabelecer e continuar a desenvolver cenários insalubres ao meio ambiente, afetando as condições de vida da população (CASTILHOS, 2003).

No Estado do Amazonas, a Política Estadual de Resíduos Sólidos PERS-AM foi instaurada por meio da LEI n° 4.457/2017, conforme as diretrizes definidas pela LEI n° 12.305/2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Isso permite apresentar a situação atual do gerenciamento dos resíduos sólidos no estado do Amazonas, além de avaliar as perspectivas de desenvolvimento futuro, as metas a serem alcançadas e os recursos necessários para a conclusão de metas em cada etapa do período de implementação do Plano de Resíduos Sólidos (AMAZONAS, 2017).

O Aterro Sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) no solo, sem provocar prejuízos à saúde pública e à sua manutenção, reduzindo os impactos ambientais. É um dispositivo que aplica concepções de engenharia na condição de cobrir os resíduos sólidos na área mais compactada possível, a fim de reduzir tudo ao menor espaço utilizável possível, confinando-os com um revestimento de terra argilosa no acabamento de cada etapa do expediente, ou a espaços ainda menores se assim for preciso (NBR 8419:1992 Versão Corrigida:1996).

Mesmo em aterros sanitários que receberam a geomembrana impermeabilizante, ainda há a possibilidade de ocorrerem eventos que prejudiquem o meio ambiente, pois se uma operação não for bem executada, a possibilidade de mau escoamento dos líquidos percolados ou a má gestão do biogás gerado, podem contaminar os lençóis freáticos, causar afloramentos incontroláveis em diversos pontos das células, desabamentos de taludes e consequentemente a poluição do solo (COSTA et al., 2020). Além disso, com o intuito de diminuir os impactos às águas superficiais, todo lixiviado originado no aterro deve ser coletado e tratado de forma adequada (PINA et al., 2022).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este artigo se trata de uma pesquisa analítica quantitativa que envolve coleta e análises de dados quantificáveis, coletados por meio do Relatório de Atividades da SEMULSP nos últimos anos 2022 e 2023, foi produzido por meio da análise das atividades desenvolvidas pela Secretaria Municipal de Limpeza Pública (SEMULSP) na cidade de Manaus. A Secretaria Municipal de Limpeza Pública em Manaus é responsável pela gestão dos serviços de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública na cidade.

A SEMULSP realiza a coleta e transporte de resíduos, a operação do aterro sanitário e a administração dos cemitérios públicos. Sendo os dados autorizados pela secretaria para divulgação nesta pesquisa. Adicionalmente, foram realizadas visitas *in loco* ao aterro sanitário da cidade de Manaus, a fim obter informações sobre os tratamentos realizados com os resíduos e a disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e participação dos mutirões de limpeza.

A investigação do impacto ambiental e social ocasionados pelos RSU foi realizada por meio da verificação das atividades desenvolvidas pela secretaria, na qualidade ambiental da cidade, incluindo aspectos como: poluição, conservação de recursos naturais e bem-estar da comunidade. Adicionalmente, foi realizada uma investigação exploratória que envolveu pesquisa em campo, consultas de artigos científicos e consultas a de sites de órgãos públicos. Informamos que a secretaria não divulgou dados recentes referente as atividades realizadas nos anos de 2022 e 2023, este estudo de caso foi embasado nos relatórios mais recentes divulgados. Após, realizadas análises estatísticas simples, por meio de médias, tabelas e gráficos, o que conduzirá a sumarização dos dados coletas e posterior análise.

3. RESULTADOS

3.1. FATORES DE GERAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS URBANOS DA CIDADE DE MANAUS

A gestão de resíduos sólidos, especialmente em áreas urbanas, é uma questão importante para a saúde pública e o meio ambiente. Assim, incialmente os resíduos urbanos na cidade de Manaus, foram analisados sob várias perspectivas e desafios. Muitas comunidades que se encontram em situação de ocupação irregular, ainda não recebem serviços de saneamento básicos como coleta de resíduos, rede de coleta pluvial e de esgoto. Demonstrando que a cidade apresenta características do crescimento desordenado. O Quadro 1 descreve os principais desafios encontrados para a gestão de resíduos na cidade de Manaus.

Quadro 1: Desafios da Gestão de Resíduos na cidade de Manaus.

Gestão de Resíduos Sólidos em Áreas Urbanas	Volume de Resíduos, Infraestrutura Deficiente (A falta de infraestrutura adequada para coleta, transporte e tratamento de resíduos pode levar ao descarte inadequado, incluindo despejo ilegal e lixo em vias públicas), Impactos Ambientais (descarte inadequado de resíduos) e Desafios Econômicos são os principais desafios localizados.
Coleta e Transporte de Resíduos	São executados por duas concessionárias e estão subdivididos, em modalidades como coleta domiciliar, remoção mecânica, remoção manual que recolhe resíduos depositados fora do horário de coleta regular, coleta de poda e coleta seletiva, o maior desafio é atender todas as zonas de Manaus, principalmente locais de ocupação chamadas de invasão.
Tratamento e Destinação Final	Aterro de Resíduos Sólidos de Manaus é o destino final dos resíduos sólidos urbanos da cidade, possui área de 66 hectares, o seu tempo de vida útil está se esgotando, podendo atingir o seu tempo de vida útil em janeiro de 2024.
Coleta Seletiva e Reciclagem	Muitas pessoas não possuem acesso a esse serviço realizado pela secretaria, pois possui pontos de coleta em apenas 12 bairros de Manaus, e muitas não tem conhecimento, pois não há divulgação do serviço.
Educação e Conscientização Pública	Envolver a comunidade na redução de resíduos e na reciclagem é fundamental. Programas de conscientização pública e educação ambiental são frequentemente implementados para abordar esse aspecto.

Fonte: Autores (2023).

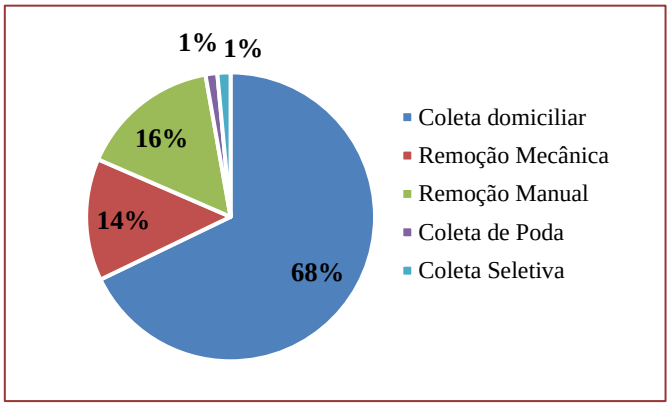
A identificação dos impactos socioambientais é uma ferramenta valiosa para os gestores municipais e outras autoridades responsáveis pela gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), pois auxilia na compreensão das dimensões dos resíduos produzidos na cidade. Este é um passo essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de gerenciamento de resíduos (PEREIRA, *et al.,* 2015).

O último relatório anual das atividades, divulgado em 2021, serve como um parâmetro para a geração de resíduos. As principais fontes de resíduos incluem residências, estabelecimentos comerciais, industriais e instituições públicas. Os dados observados indicaram que, das 567.842 toneladas coletadas no ano de 2021, a coleta domiciliar representou 66,8% do resíduo coletado na cidade de Manaus (SINIR 2021).

Cerca de 131.383 toneladas (15,9% do total coletado no ano de 2019) foram removidas manualmente por colaboradores que coletam os sacos de lixo deixados nos coletores externos de cada residência ou conjunto residencial. Além disso, 114.346 toneladas (13,9% do total coletado no ano de 2019) de resíduos foram removidos mecanicamente durante as limpezas de igarapés.

Os serviços de poda e roçagem geraram cerca de 1,3% do resíduo total coletado (11.015 toneladas). A coleta seletiva foi responsável por 1.232 toneladas (0,1%), evidenciando que a coleta seletiva é um dos vários pontos que precisam ser melhorados na gestão de resíduos (Relatório Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos, 2019).

Gráfico 1. Quantidade de Resíduos Coletada durante o ano de 2019 (toneladas).



Fonte: Autores (2023).

De acordo com o Gráfico 1, os resíduos domésticos representam a maior parcela dos resíduos sólidos coletados, por consequência do crescimento populacional desenfreado, uma vez que são produzidos aproximadamente 1,2 Kg de resíduo por pessoa a cada dia. Em Manaus vários centros comerciais contam com o serviço de coleta publica como forma de destinação para os seus resíduos, desta foram os mesmos acabam sendo computados como resíduos residenciais, elevando os dados representativos dos resíduos domiciliares.

As características específicas dos resíduos urbanos em Manaus diferem devido a fatores como clima, cultura, atividades econômicas e demografia, que são comuns em muitas áreas urbanas, com base em visitas ao aterro sanitário da cidade de Manaus, foi informado os principais resíduos coletados, sendo eles apresentados no Quadro 2.

Quadro 2: Classificação dos Resíduos Coletados em Manaus

Tipo	Origem
Resíduos Orgânicos	Inclui restos de comida, resíduos de jardim e outros materiais biodegradáveis. Manaus, devido ao clima quente e úmido, possui uma quantidade significativa de resíduos orgânicos.
Resíduos Recicláveis	Essa categoria inclui plástico, papel, vidro e metal. Em Manaus, a produção de plástico é alta, especialmente devido ao uso generalizado de garrafas de água e embalagens, alguns desses resíduos são coletados e encaminhados a cooperativas para reciclagem, mas a maioria vai direto para o aterro.
Resíduos de Construção e Demolição	Resíduos resultantes de construção, reformas e demolições. Eles podem incluir tijolos, concreto, madeira, telhas, entre outros, decorrentes principalmente de construções irregulares e sem aval do órgão responsável.
Resíduos Perigosos	Inclui produtos químicos tóxicos, baterias, lâmpadas fluorescentes e outros materiais que apresentam riscos à saúde humana e ao meio ambiente, pois muitas empresas do distrito não fazem a devida destinação do resíduo gerado e eles acabam no aterro.
Resíduos Eletrônicos	Compreende equipamentos eletrônicos descartados, como computadores, telefones celulares, eletrodomésticos, entre outros, eles não são muitos comuns no aterro.
Resíduos Volumosos	Engloba itens grandes, como móveis e eletrodomésticos descartados principalmente nos igarapés de Manaus que após a coleta são encaminhados ao aterro.
Resíduo biológico	decorrentes de banheiros como papel higiênico, absorventes, fraldas descartáveis e outros de higiene pessoal.

Fonte: Autores (2023).

Durante a visita de campo foi informado pelos servidores do aterro sanitário, que não é permitida a entrada de resíduos perigosos de Classe I (aqueles que apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade), e de resíduos resíduo inertes definidos como Classe II B (aqueles que não se solubilizam em água). A classificação e caracterização dos resíduos sólidos podem ser realizadas com base em sua origem, características físico-químicas e biológicas, conforme estabelecido pela NBR 10.004/2004. Na seção 3.2.1, referente à periculosidade, os resíduos são categorizados em Classe I (Perigosos) e Classe II (Não Perigosos), que é subdividida em Classe II(A) e Classe II(B). Os resíduos sólidos de classe I são aqueles que apresentam características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade acentuadas (BERTICELLI, 2017).

Os resíduos sólidos pertencentes à classe II A exibem características como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Já os resíduos sólidos da classe IIB são aqueles que, quando submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, seus constituintes não passam pelo processo de solubilização, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor (ABNT 10.004/2004).

Muitas vezes o resíduo descrito como perigosos são imperceptíveis para serem retirados, pois chegam nos caminhões e são despejados no local designado conforme mostra Figura 1a, após depositados no local ocorre o aterramento.

Figura 1 a) Aterro sanitário de Manaus; b) Local de chegada e pesagem dos resíduos.

a) b)

Fonte: Autores (2023).

3.2. PRINCIPAIS MEDIDAS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS RSU PELA SEMULSP

A secretaria tem atuado constantemente para que todos os resíduos coletados sejam destinados corretamente, apresentam três tipos de destinação que é o aterramento, a reciclagem e usina de compostagem que fica no aterro.

Atualmente, o aterro sanitário é o destino predominante para a maioria dos resíduos. Estes resíduos, muitas vezes destinados a serem aterrados, são transportados para o local em caminhões pertencentes às concessionárias. Na entrada do aterro, os resíduos são pesados em uma balança. Após a pesagem, os caminhões são direcionados para uma área específica para descarga (Figura 1b). Os resíduos são então descarregados e distribuídos em camadas sobre a área designada para disposição, com o auxílio de uma escavadeira. Posteriormente, os resíduos são compactados utilizando compactadores de

solo ou rolos compactadores, o que resulta na redução do volume dos resíduos e no aumento da densidade do material.

No final de cada dia de operação, os resíduos depositados são cobertos com uma camada de mantas impermeabilizantes (Figura 2a). Estas mantas têm a função de impedir a infiltração do chorume no solo, além de minimizar o odor, a proliferação de vetores como insetos e aves necrófagas, e a entrada de água nos resíduos. O chorume produzido pelos resíduos é capturado por meio de um sistema de drenagem (Figura 2b) e direcionado para lagoas de aeração para tratamento. O aterro sanitário possui três dessas lagoas, conforme ilustrado na Figura 3a. O resíduo é monitorado e, após o tratamento, é descartado de maneira ambientalmente segura.

Figura 2: a) Material Impermeabilizante; b) Sistema de Drenagem

a) b)

Fonte: Autores (2023).

No aterro, a captura de biogás, composto predominantemente por metano e dióxido de carbono, é uma prática comum (FERNANDES *et al.,* 2022). O aterro gerou 172,7 mil toneladas de biogás, com uma média mensal de 28,7 mil toneladas. Este biogás é coletado através de um sistema de drenagem, que inclui poços de coleta e tubulações subterrâneas, e é direcionado para a usina de biogás, conforme ilustrado na Figura 3b. O metano capturado é empregado como uma fonte de energia renovável para a geração de eletricidade, o que resulta em uma redução direta na conta de energia do aterro.

Atualmente, o complexo dispõe de um gerador (em fase de projeto-piloto) que torna toda a operação do local autossuficiente. Além da geração de energia, a instalação de captação de biogás no Aterro Sanitário de Manaus promove a decomposição das partículas do gás metano (CH-4), um gás que tem um impacto no efeito estufa 21 vezes maior que o dióxido de carbono (CO^2) (ECO, O. Gases do efeito estufa, 2014). Portanto, a captura e utilização do biogás não apenas fornecem uma fonte de energia renovável, mas também contribuem para a mitigação dos impactos ambientais associados ao aterro.

No aterro, encontra-se uma usina de compostagem encarregada do tratamento dos resíduos orgânicos, muitas vezes provenientes de feiras. Estes resíduos são convertidos em composto orgânico, contribuindo para a diminuição da quantidade de resíduos depositados no aterro, minimizando a produção de metano e estendendo a vida útil do

aterro (SIQUEIRA *et al.,* 2015). O composto resultante é empregado nas ações de plantio executadas pela SEMMAS em toda a cidade.

A Semulsp realiza anualmente cerca de três mil ações, que incluem limpezas de igarapés, plantio de mudas, capinação, raspagem de areia e terra, roçagem e corte de gramas, ao longo de ruas e avenidas. Adicionalmente, a secretaria implementa programas de conscientização e educação ambiental em comunidades, bairros, escolas e parques, alcançando mais de 50 mil pessoas por ano, ressaltando assim alguns dos principais desafios para a gestão de resíduos (NASCIMENTO *et al.,* 2015).

Figura 3: a) Lagoas de estabilização; b) Usina de biogás do aterro sanitário de Manaus

a) b)

Fonte: Autores (2023).

Embora a coleta seletiva não atinja toda a população de Manaus, existem pontos de coleta distribuídos pela cidade. De acordo com o órgão responsável, a secretaria dispõe de mais de 200 catadores de resíduos para a separação dos resíduos da coleta seletiva. Além disso, o serviço de coleta agendada, operado por meio de um aplicativo gratuito, recolhe objetos de grande porte, como sofás, camas e geladeiras, descartados pela população. Isso evita o acúmulo de resíduos de grande porte em igarapés ou vias públicas.

3.3. IMPACTO AMBIENTAL E SOCIAL

3.3.1. SAÚDE PÚBLICA:

A contaminação do solo e da água representa um dos principais impactos na saúde pública decorrentes da gestão inadequada de resíduos sólidos. O chorume, um líquido tóxico resultante da decomposição de resíduos orgânicos, tem potencial para infiltrar-se no solo e contaminar os lençóis freáticos (CAFURE *et al.,* 2015). Esta contaminação pode comprometer a qualidade da água potável, elevando o risco de doenças transmitidas pela água, tais como diarreia, hepatite A e leptospirose (SEIBERT, 2014).

Adicionalmente, a presença de resíduos sólidos pode atrair vetores de doenças. Ratos e moscas, por exemplo, são atraídos por esses resíduos, aumentando o risco de doenças como a leptospirose. A disposição inadequada de resíduos também pode contribuir para a proliferação de mosquitos, o que eleva o risco de doenças transmitidas

por esses insetos, como a dengue (NADAL *et al.,* 2021). Portanto, a gestão adequada de resíduos sólidos é crucial para a prevenção dessas doenças e para a proteção da saúde pública (ARANTES *et al.,* 2023).

A atuação da secretaria é fundamental para manter a cidade limpa, mas não é o suficiente e não atende toda a população de Manaus, com uma área de 11.401,092 km^2 a cidade possui cinco zonas, a zona sul, leste, oeste, centro-sul e norte, o crescimento desordenado e ocupação irregular em algumas áreas impedem que o serviço chegue, principalmente na zona norte, oeste e leste, que ficam próximas a vegetação nativa, sem esse serviço as comunidades ficam exportas a doenças impactando a qualidade de vida da comunidade e o meio ambiente (GOUVEIA, 2012).

3.3.2. CONTAMINAÇÃO ÁGUA E SOLO

A contaminação do solo e da água constitui um dos principais impactos ambientais associados ao Aterro Sanitário de Manaus. Este impacto decorre da constante disposição de Resíduos Sólidos Urbanos no aterro sanitário (PORCIUNCULA, 2014).

Dentre as substâncias perigosas, destaca-se o chorume, um líquido tóxico produzido pela decomposição de resíduos orgânicos. Este líquido tem o potencial de infiltrar-se no solo e contaminar os lençóis freáticos. Tal contaminação pode comprometer a qualidade da água potável, resultando em um aumento do risco de doenças transmitidas pela água, como diarreia, hepatite A e leptospirose (DAL PIZZOL *et al.,* 2014).

3.3.3. ESGOTAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO:

O Aterro Sanitário de Manaus, assim como seus similares, possui uma vida útil limitada. Um laudo técnico de 2018 prevê que a capacidade do aterro será esgotada em janeiro de 2024.

A exaustão da capacidade de um aterro não é apenas um problema logístico, mas também ambiental. Quando um aterro atinge sua capacidade máxima, há o risco de os resíduos não serem adequadamente contidos. Isso pode resultar na contaminação do solo e dos recursos hídricos, o que pode ter impactos substanciais tanto na saúde pública quanto no equilíbrio ecológico. Portanto, a gestão eficaz dos aterros sanitários é crucial para a sustentabilidade ambiental e a saúde pública.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que no ano de 2019, Manaus, contava com uma população estimada em aproximadamente 2.182.763 habitantes. Durante esse mesmo ano, foi registrado que a cidade gerou cerca de 979.250 toneladas de resíduos sólidos, o que corresponde a uma produção per capita de aproximadamente 1,24 kg de resíduos por dia. (SINIR, 2021)

Esses números evidenciam o significativo desafio que a gestão de resíduos representa para uma cidade do porte de Manaus. A quantidade de resíduos gerados diariamente por habitante é um indicador fundamental para avaliar a efetividade das políticas de gestão de resíduos e o grau de conscientização da população acerca da importância da redução, reutilização e reciclagem de resíduos.

A gestão adequada dos resíduos sólidos é de vital importância para a saúde pública, a qualidade do meio ambiente e a sustentabilidade da cidade. Assim, é imprescindível a continuidade no desenvolvimento e implementação de estratégias eficazes de gestão de resíduos para lidar com o aumento da produção de resíduos em Manaus.

Tais estratégias podem abranger a promoção de práticas de consumo sustentável, o incentivo à reciclagem e compostagem, a melhoria da coleta seletiva e a implementação de tecnologias de tratamento de resíduos mais eficientes. Ademais, é crucial a realização de pesquisas contínuas para monitorar a produção de resíduos e avaliar a eficácia das políticas e práticas de gestão de resíduos.

Em suma, os dados sobre a produção de resíduos em Manaus ressaltam a necessidade de ações contínuas e coordenadas para aprimorar a gestão de resíduos na cidade, visando a proteção da saúde pública, a preservação do meio ambiente e a promoção da sustentabilidade.

É crucial salientar que a pesquisadora obteve autorização para realizar um registro abrangente, que inclui imagens, informações, anotações e esclarecimentos, percorrendo todas as fundações e setores do Aterro. Esta oportunidade permitiu uma observação e descrição meticulosa das atividades de cada setor, além do acompanhamento das rotinas de trabalho dos coordenadores operacionais e gerentes, tanto no campo operacional quanto no monitoramento.

Contudo, surge um desafio: o Aterro está se aproximando do seu encerramento, devido à utilização da última área disponível para a disposição de resíduos. Embora possa não ser viável ou possível, a instalação de uma estação de tratamento de efluentes seria a solução ideal, pois proporcionaria um controle mais eficiente de todos os percolados originados no Aterro.

Com o término das atividades no local, a atenção destinada ao Aterro certamente se intensificará. Surge, então, uma questão: por quanto tempo o escoamento de percolados e a produção de biogás persistirão após o encerramento das atividades? Esta é uma consideração de suma importância para o planejamento futuro e a gestão sustentável do Aterro.

REFERÊNCIAS

[1] ABRELPE, 2021. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** 2021. Disponível em: http://abrelpe.org.br. Acesso em 07 novembro 2023.

[2] ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Degradação ambiental e teoria econômica: algumas reflexões sobre uma "Economia dos Ecossistemas**. Economia, Brasília, Anápec, v.12, n.1, jan/abr. 2011. Disponível em: < https://anpec.org.br/revista/vol12/vol12n1p3_26.pdf>

[3] ARANTES, M. V. C; GÜNTHER, W. M. R. **BoasPráticas Sustentáveis de Gestão de Resíduos Químicos em Instituições Públicas de Ensino Superior.** Química Nova, v. 46, p. 724-730, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230034>

[4] CAFURE, V. A; PATRIARCHA-GRACIOLLI, S. R. **Os resíduos de serviço de saúde e seus impactos ambientais: uma revisão bibliográfic**a. Interações (Campo Grande), v. 16, p. 301-314, 2015. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/151870122015206 >

[5] CASTILHOS J. A. B. **Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: ABES/RiMa, p. 294, 2003. Disponível em: < http://livroaberto.ibict.br/handle/1/492>

[6] COSTA, I.; SALDANHA, E. C; NASCIMENTO M., C. **A sazonalidade de contaminantes em águas subterrâneas e superficiais entorno de um aterro sanitário na região Amazônica**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 6, pp. 371-382, 2020. Disponível em: <10.6008/CBPC2179-6858.2020.006.0030>

[7] DA SILVA, C. L.; FUGII, G. M.; SANTOYO, A. H.; BASSI, N. S.; VASCONCELOS, M. C. **Gestão de resíduos sólidos urbanos em capitais brasileiras alternativas para um modelo de gestão**. Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB), v. 33, pp.118-132, 2014. Disponível em: < https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/240>

[8] DAL PIZZOL, M. C. **Investigação da contaminação de solo e água subterrânea por hidrocarbonetos em área localizada no município de Porto Alegre**, **RS**. 2014. Disponível em: < http://hdl.handle.net/10183/149592>

[9] FERNANDES, G. L.; SANTOS, I. F. S.; SILVA, H. L. C.; BARROS, R. M. **Geração de energia usando biogás de aterros sanitários no Brasil: um estudo de potencial energético e viabilidade econômica em função da população**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 27, pp. 67-77, 2022. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/S1413-415220200210>

[10] ECO, O. **Gases do efeito estufa: dióxido de Carbono (CO2) e Metano (CH4).** Dicionário Ambiental. O eco, Rio de Janeiro, abr, 2014. Disponível em: < https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/28261-gases-do-efeito-estufa-dioxido-de-carbono-co2-e-metano-ch4/>

[11] GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. Ciência & saúde coletiva, v. 17, p. 1503-1510, 2012. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600014>

[12] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos municípios brasileiros: Aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico**. 2017. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101610>

[13] NBR 8419. **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbano.** 1992. Disponível em: < http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/NBR-8419-92-Apresentacao-de-Projetos-de-Aterros-Sanitarios-de-Residuos-Solidos-Urbanos.pdf>

[14] NADAL, T. M; KLANOVICZ, J. **A relação entre a dengue e a disposição inadequada de resíduos sólidos**. Caderno Intersaberes, v. 10, n. 26, p. 127-139, 2021. Disponível em: <https://unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/Helen%20Karen%20Guimarães%20Leite%20Helrigle.pdf >

[15] NASCIMENTO, V. F.; SOBRAL, A. C.; ANDRADE, P. R. D.; OMETTO, J. P. H. B. **Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Revista Ambiente & Água, v. 10, pp. 889-902, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1635>

[16] PEREIRA, U. de A.; COSTA, R. C. **Impactos dos resíduos sólidos urbanos de Manaus–AM**. Encontro Nacional de Geógrafos, 18ª ed., São Luís. Artigo. São Luís: Maranhão, 2016. Disponível em: <http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1468286313_ARQUIVO_ARTIGO-ENG-2016.pdf>

[17] PINA, L G; DA SILVA F. M. N; COSTA, B. M. G. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos: Um Estudo de Caso Aplicado no Consórcio Público do Agreste Central**. Revista Valore, v. 7, n. 1, p. 152-164, 2022. Disponível em: < https://doi.org/10.22408/reva7120221098152-164>

[18] PORCIUNCULA, L. **Identificação e avaliação de impactos ambientais associados a aterros sanitários. Identificação e avaliação de impactos ambientais associados a aterros sanitários.** Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Gestão e Organizações Públicas, Universidade Federal de Santa Maria. 2014. Disponível em:< http://repositorio.ufsm.br/handle/1/4715>

[19] SEIBERT, A. L. **A importância da gestão de resíduos sólidos urbanos e a conscientização sobre sustentabilidade para a população em geral**. Monografia de Especialização (Gestão Ambiental em Municípios) Polo UAB do Município de Palmitos 2014. Disponível em: < https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22699/2/MD_GAMUNI_2014_2_17.pdf>

[20] SILVA, S. M. **Estudo dos impactos energéticos e da vida útil do aterro sanitário com a valorização dos resíduos sólidos urbanos: o caso de Feira de Santana-BA**. Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual de Feira de Santana, 2017. Disponível em: < http://localhost:8080/tede/handle/tede/570>

[21] SILVA, J. S da. **Gestão de resíduos sólidos e sua importância para a sustentabilidade urbana no Brasil: uma análise regionalizada baseada em dados do SNIS**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Boletim Regional, Urbano e Ambiental. p. 61-70 2015. Disponível em: < https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6493>

[22] SIQUEIRA, T M. O.; ASSAD, M. L. R. C. L. **Compostagem de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo (Brasil).** Ambiente & Sociedade, v. 18, pp. 243-264, 2015. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1243V1842015>

[23] SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2017). **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, 2018** Disponível em: http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2018.Acesso em: 07 novembro de 2023.

[24] VILHENA, A. (Coord). **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. 4. Ed. São Paulo (SP): CEMPRE, 2018.

Capítulo 25

Reciclagem e reaproveitamento de borra de Zamac

Neudison dos Santos Silva
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: A reciclagem é um fator sustentável para a vida das pessoas e desenvolvimentos das empresas. O processo de logística reversa e reciclagem de resíduos industriais de borra de Zamac (Zn): comparativo analíticos do quantitativo de borra que eram enviados para reciclagem fora da empresa. Na oportunidade, foi realizado entrevista com o especialista do setor, para sabermos dos ganhos financeiros e fortalecimento da imagem da empresa em relação a certificação da ISO 14.000 - Meio Ambiente. A adoção e critérios para a elaboração deste artigo foi de mostrar a importância de as empresas adotarem a logística reversa para um reaproveitamento de resíduos que outrora seriam descartados ou tratados em outras empresas de reciclagem. Os resultados para empresas que adotam de forma correta este ciclo, sempre são positivos e lucrativos, pois um trabalho bem desenvolvido trará, além de visibilidade, também um olhar diferente juntos aos seus clientes e parceiros. Neste contexto a Reciclagem das Borras de Zamac, trouxeram um retorno positivo de forma exponencial, pois a empresa deixou de comprar anualmente, mais de 50 Toneladas de lingotes (Material Virgem). Vale ressaltar que um trabalho de logística reversa envolve vários fatores que ajudam de forma direta o Meio ambiente, como: Menos transporte terrestre, Diminuição de exploração de matéria prima, menos emissão de gases poluidores.

Palavras-chave: Zamac; Logística Reversa; Reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

A adoção de uma postura de reciclagem consciente tem sido um diferencial para o comportamento dos colaboradores das empresas modernas. Esse comportamento está se estendendo para dentro dos lares dos respectivos colaboradores e para seus familiares. A comunicação, educação e ensinamentos aprendidos dentro dos ambientes industriais tem sido percebido nas residências dos colaboradores, pois estes procuram repassar as informações adquiridas a seus familiares.

Segundo Lacerda (2020), a Industria de metalmecânica, propõe medidas de reutilização e de descontaminação de resíduos para um descarte limpo.

Muitos fabricantes adaptaram a prática da recuperação de valor aos produtos devolvidos e passaram a incorporar as atividades de recuperação de produtos de forma mais integrada aos seus processos por meio da utilização da logística reversa. (LEE & DONG, 2019; LEITE, 2019).

O aumento do consumo de bens e produtos em diversos países tem feito com que muitos governos passem a dispor de legislações específicas para minimizar seus impactos no meio ambiente. De acordo com Rathi (2017) e Souza *et al.,* (2022), um dos maiores problemas gerados em decorrência do aumento do consumo está relacionado ao descarte inadequado dos resíduos no meio ambiente e a falta de estruturação pelo poder público.

Nesse sentido, para Guimarães e Salomon (2020), nas últimas décadas e a partir da evolução do desenvolvimento econômico as questões ambientais têm se tornando mais relevantes. Em Ayvaza *et al.,* (2019), os autores apontam que a recuperação dos produtos tem recebido crescente atenção no mundo, devido a fatores tais como a legislação, economia das empresas e imagem verde ou certificações, dentre outros. recuperação de produtos de forma.

Sobre esse método, Leite (2019) considera que a logística reversa gerencia os fluxos correspondentes ao retorno de bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo dos negócios ou ao ciclo produtivo. A prática dessa atividade pode agregar às organizações valor econômico, ecológico, legal, logístico e de imagem corporativa, apenas para citar alguns.

No Brasil, segundo o "Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020" elaborado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2020), em 2019 foram gerados 79,6 milhões de toneladas destes materiais, e estima-se que em 2050 este valor chegue a 120,9 milhões de toneladas.

O reaproveitamento garante que materiais que são descartados por algumas indústrias sejam beneficiados e reutilizados, a reciclagem consiste na transformação dos resíduos em algo novo. Há o reprocessamento do material com o objetivo de produzir outro. Como por exemplo, pneus podem ser transformados em asfalto.

O Ministério do Meio Ambiente classifica a reciclagem como uma das alternativas de tratamento mais vantajosas, uma vez que reduz o consumo de recursos naturais, poupa energia e água, diminui o volume de resíduos e gera emprego para milhares de pessoas. A reciclagem é um componente importante na gestão dos resíduos sólidos e ocupa a quarta posição na hierarquia de gestão; não gerar, reduzir, reutilizar e reciclar.

Existem muitos materiais que são recicláveis e as empresas podem realizar a separação internamente através dos seus coletores, camburões, Baias e Caçambas. Exemplos de materiais recicláveis: Vidro, papel, metal, plástico, tecidos e componentes

eletrônicos. Os resíduos na reciclagem são reaproveitados como matéria prima evitando a produção de novos produtos a partir de recursos naturais. Podemos citar como exemplo, papel reciclado. Ele substitui a celulose extraída das árvores para produção de um novo papel. Sendo assim, a reciclagem contribui para a redução de corte de árvores, emissão de gases como metano e gás. Num contexto abrangente, ao reciclar, as empresas ganham com a redução em todos os aspectos, como redução transporte marítimo, aéreo e terrestre, de novas matérias primas para seu estoque, exemplo: se pediriam 1 Tonelada de ferro, lembrando que esse transporte é pago por KG, com a reciclagem, esse número poderia reduzir para 600 KG.

Outro ponto importante nesse trabalho de reciclagem é o cuidado de filtrar as parceiras que irão retirar seus resíduos, se for esse o caso. Esse cuidado deve se estender junto aos órgãos ambientais, como IPAAM, SEMMAS, IBAMA E D'VISA, pois sabemos que existem muitas empresas de faixadas, que pegam os resíduos para realização do tratamento, mas o restante do material é jogado no Meio Ambiente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho mostrará um estudo de caso o qual foi realizada a implementação do processo de logística reversa nas instalações da empresa *MinebeaAccessSolutions*, na unidade em atividade no bairro Santo Agostinho, na cidade de Manaus. O processo de logística reversa foi aplicado aos rejeitos de Zamac, que se trata de uma liga composta por zinco, alumínio, magnésio e cobre (Zn).

Esse material é obtido através das sobras como é conhecida internamente no processo de fundição, onde parte essas sobras eram enviados para empresas de reciclagens de metais. A quantidade de materiais rejeitados eram muitos em quilos e assim, foi realizado um estudo aprofundado e vários ensaios a fim de obter um reaproveitamento dentro da própria empresa. Figura 1.

Figura1: Localização Manaus

Fonte: MinebeaAccessSolutions (2023).

Para isso, primeiramente foi desenvolvida uma análise observacional da produção para compreender e avaliação o quantitativo de material desperdiçado. Para isso, foi usado o Diagrama de Causa e Efeito. Por meio do Gráfico de Ishikawa foi possível fazer um

mapeamento para identificar os problemas, que conforme Azevedo (2018) Apud Fornari Jr. (2010), "através desse será possível determinar o problema; relatar sobre as possíveis causas; construir o diagrama agrupando as causas em "6M" (Método, Matéria prima, Mão-de-obra, Máquinas, Medida, Meio Ambiente); analisar o diagrama, a fim de identificar as causas verdadeiras." Identificadas as causas, será hora de buscar meios para sanar da melhor maneira os possíveis problemas na produção, testar ideias que já funcionaram em outras organizações e criar modelos que possam fazer cada processo caminhar sem interrupções e entregando um produto com selo de garantia.

Quadro 1: Etapas do Gráfico de Ishikawa

GRAFICO DE ISHIKAWA	
Mão-de-Obra	Nesta etapa foi analisada a mão de obra atuante na empresa: a qualificação do funcionário, motivação no ambiente de trabalho
Máquinas	Foram analisados os equipamentos usados na produção, como seu estado de conservação, adequabilidade do equipamento para o uso.
Medição	Nesta fase do diagrama foram avaliados os modelos produzidos, e ainda, será avaliado o padrão de qualidade das peças produzidas.
Método	Analisado o método de trabalho e a qualidade dos serviços
Material	Análise da qualidade do material usado na produção.
Meio Ambiente	Avaliação dos possíveis impactos causados pela produção atual.

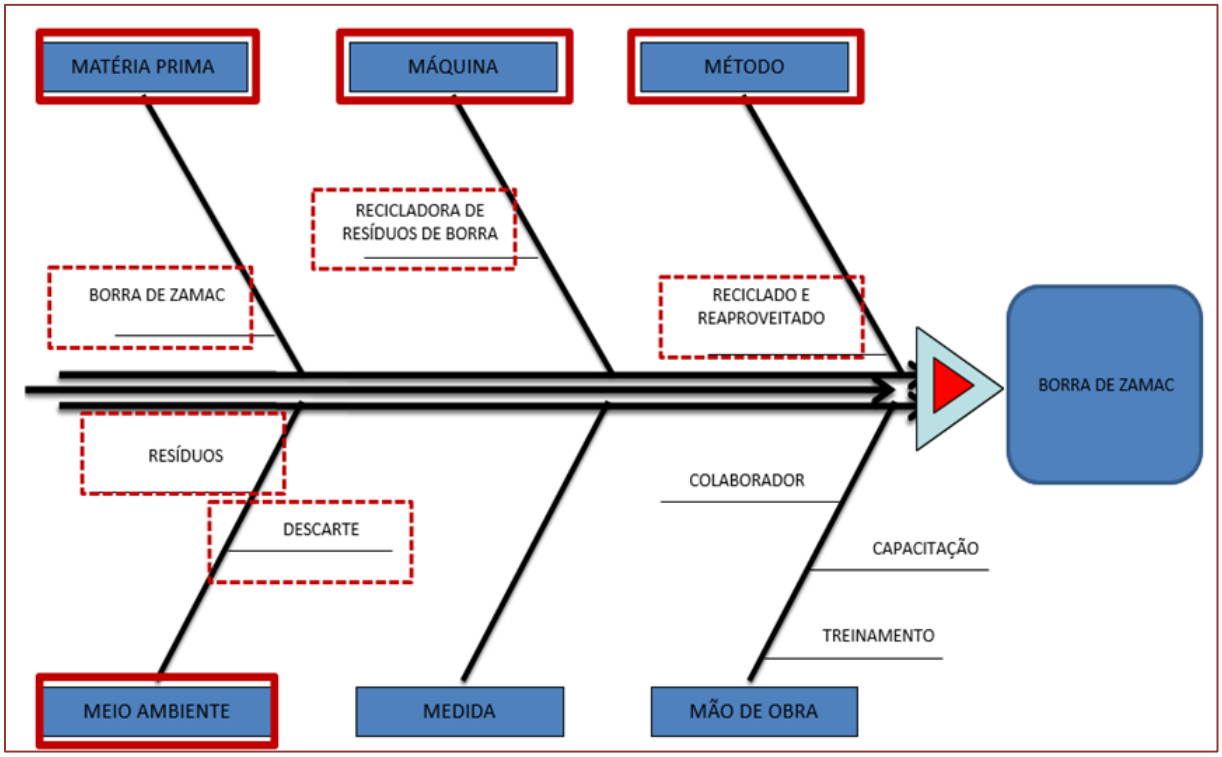
Fonte: Autores (2023).

3. RESULTADOS

Primeiramente, durante o período de abril a julho de 2023, foi o observado o processo de fundição da empresa *MinebeaAccessSolutions*. Verificou-se que existia uma grande quantidade de materiais da fundição que eram descartados para uma empresa de reciclagem. Observando o material, foi aplicado o diagrama de Ishikawa para identificar cada etapa do processo e assim, propor uma nova metodologia de trabalho na empresa. Por meio do diagrama observou-se alguns pontos em destaque. Esses pontos foram fundamentais para a definição do desenvolvimento do projeto (como mostra a Figura 2).

- Matéria Prima: a borra que estava sendo reaproveitada para a fabricação de novos lingotes;
- Máquina: a recicladora que fará o derretimento dessa borra, a transformando novamente;
- Método: o fluxo de uso e reaproveitamento do material e de que formar usá-lo novamente;
- Meio ambiente: diminuição dos resíduos e fluxo de caminhões de retirada de borras;

Figura 2: Diagrama de Ishikawa usado na implantação do Projeto



Fonte: Autores (2023).

Assim, foram realizados teste de laboratório para compreender a estrutura do material e se este poderia ser reaproveitado. O setor de Injeção e Fundição de Zamac, juntamente com a engenharia de qualidade, separaram algumas pedras de borras para realização do derretimento na máquina recicladora. No momento do teste, foi necessário a realização de alguns ajustes no tempo de derretimento e no fluxo de gás GLP-gás que é responsável pela queima do tambor.

Após a primeira bateria de derretimento na recicladora, o material derretido foi colocado em bandejas de aço de 2,5 cm de espessura, pois o material é derretido em uma temperatura de 480°c à 520°c. Após o esfriamento do material, uma peça de lingote foi serrada ao meio e analisado pelo laboratório da empresa. Na ocasião, também estava presente a equipe de qualidade da cliente Honda da Amazônia, onde constataram laboratorial e visualmente que o material não perdeu sua propriedade.

Após aprovado num processo interno chamado (QAV1), processo esse de Auditoria interna da Honda Motos, passaram a realizar as baterias de derretimento interno na quantidade de 260 Kg, cada processo com duração de derretimento de 02:30 Minutos, após finalizado o tempo citado, a máquina aciona um alarme avisando que terminou a bateria. Com isso, o operador retirar o material reaproveitado e coloca nas bandejas para resfriamento, depois monta os lotes de 18 Lingotes que calculados em quilos dá 540 Kg, e esses serão enviados novamente ao processo de Injeção de peças nas máquinas de injeção de *Zamac*.

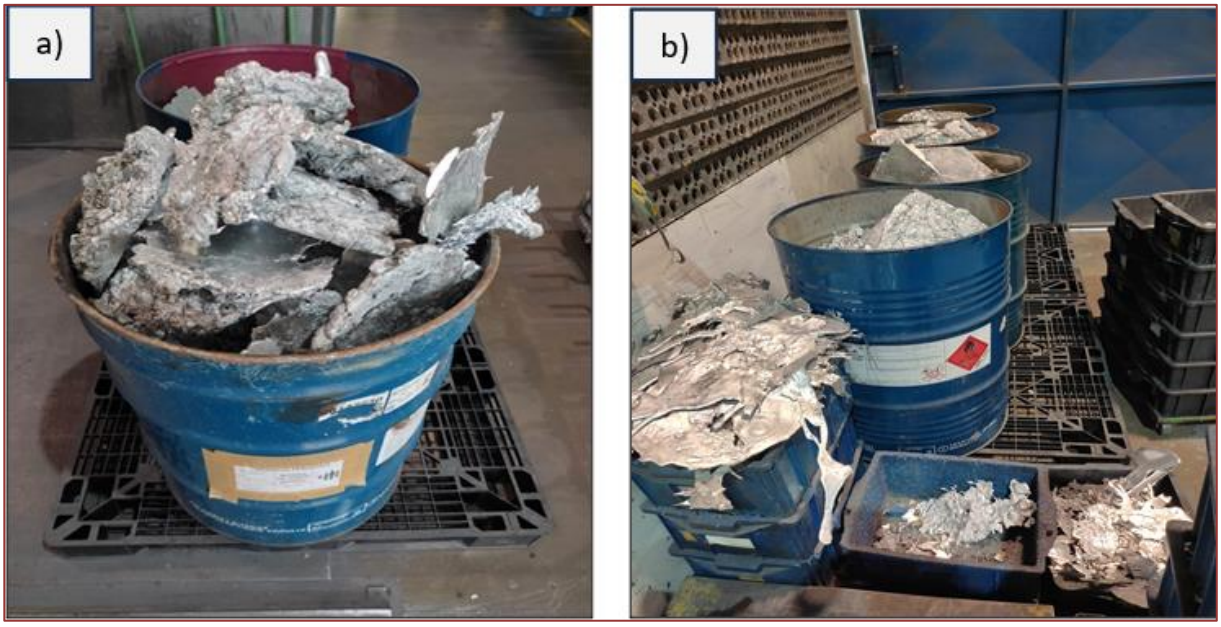
Na *MinebeaAccessSolutions*, o lingote de *Zamac* são usados diretamente nos processos de fundição, nas injetoras de 250T, 150T, 25T e 6 T. Neste caso, através da

fundição, os moldes dão formas às ligas de materiais derretidos, ou seja, nas peças para motos.

Quando ocorre o processo de fundição, em cada ciclo de 25 Minutos, o cadinho (recipiente com material derretido), de cada máquina, acumula uma crosta no qual é chamada de borra de Zamac.

Para que houvesse uma melhor injeção de peças, a limpeza superficial das borras se faz necessários. Esse resíduo retirado (Borras), ficam acumulados em uma pequena bandeja de metal e no final de um ciclo de 1 hora, são colocados em camburões de metal (Figura 2a e 2b) **Borra de *Zamac*** descartada. Falar sobre o descarte da borra de *Zamac*, como era realizado todo o procedimento

Figura 2: a) Recipiente com a resíduos de metal; b) Local de armazenamento dos resíduos da fundição de Zamac



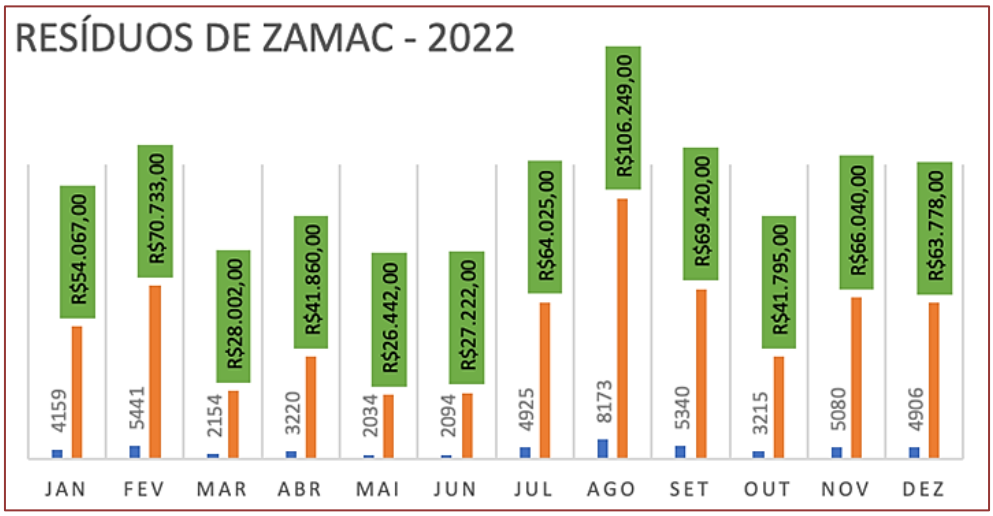
Fonte: Autores (2023).

3.1. GRÁFICO DE KG X VALORES EM KG

Com um total de 50.741Kg ou mais de 50 Toneladas a empresa conseguiu reciclar internamente um total em reais de R$ 659.633,00, pois o Kg do *Zamac* está custando 13 reais. Esse valor em Kg pode variar para mais ou para menos, pois é atrelado ao valor do dólar.

Nos meses menos chuvosos, observamos uma oscilação para menos no gráfico, ou seja, existe a influência direta na logística-modal aquaviário. Esse modal é mais barato para as empresas, mas quando está no período de seca na região norte, esse modal tende a ser prejudicado com a baixa dos principais rios do estado, e a matéria prima virgem não chega ao seu destino no tempo esperado.

Gráfico 1: Quantitativos de borras enviadas para reciclagem externa ano de 2022



Fonte: Autores (2023).

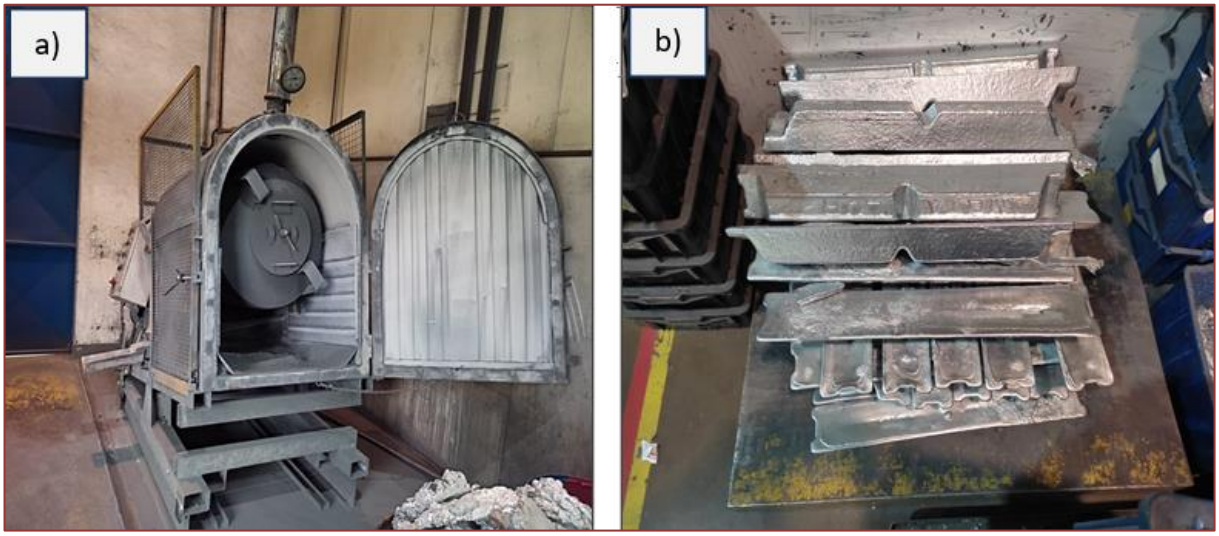
A empresa também teve um ganho em toneladas de materiais reciclados dentro da própria empresa. O setor de compras diminui o quantitativo de pedidos de material que eram solicitados mensalmente, e que eram trazidos por navios em container de outros países. Outro ponto bastante positivo foi que semanalmente 3 camiões saiam com material de dentro da empresa. Portanto, com essa nova atividade, os camiões pararam de transitar na empresa e, consequentemente, poluir o meio ambiente.

A empresa continua mantendo a sua certificação de ISO-14000 meio ambiente e o retorno financeiro foi exponencialmente grande. Foram notados outros benefícios, fazendo valer a pena a sua implementação. Todos esses fatores, além de contribuírem com o processo da empresa, permitiram redução de resíduos na natureza, o que pode ser considerado um fator positivo no atual mundo industrializado.

3.2. COMPREENDENDO O NOVO PROCESSO

A máquina é programa em 02h:30 minutos, numa temperatura de 480° C, onde o ciclo giratório do forno reciclador fará a retirada do *Zamac* existente nas borras acumuladas, Figuras 3a e 3b, barras de material reciclados.

Figura 3: a) Máquina/Forno reciclador; b) Processo de fundição de *Zamac*.



Fonte: Autores (2023).

Após o término do ciclo, o material derretido será despejado em bandejas que são confeccionadas em aço maciço, e, em seguida, ficará 20 minutos para solidificar. Após essa solidificação o colaborador/Operador, tirará as barras em organizará em Paletes. Cada barra pesa em torno de 25 Kg (Figura 3b).

Ao final do processo, as peças estavam prontas para o derretimento e para posteriormente serem usadas nas máquinas injetoras da empresa para finalmente confeccionar novas peças, como: tampas de combustíveis, travas de bancos das motos, travas de capacetes, travas das e maçanetas de portas de carros.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo mostrou um exemplo de excelente gestão de resíduos de fundição desenvolvido em uma empresa em pleno funcionamento na cidade de Manaus. Inicialmente, a descartava os resíduos de rebarba da fundição de *Zamac*, o qual era disponibilizado para uma empresa terceirizada que dava o destino final ao material.

A equipe de engenheiros realizou diversos testes com o material que seria descartado, analisaram sua resistência, a fim de verificar possíveis quebras ou trincos na sua superfície, ou até mesmo, na sua estrutura interna solidificada. Os testes mostraram a viabilidade e forte potencial sobre a reciclagem e desenvolvimento de matéria prima limpa, para ser usados nos processos de injeção de *Zamac* novamente.

Assim, para elucidar as considerações finais deste estudo, fui atrás de entender o processo de derretimento e reaproveitamento de borras de metais. Além disso, o estudo demostrou que a maioria dos materiais descartáveis podem ser reaproveitados quando reciclados de forma correta.

REFERÊNCIAS

[1] ABRELPE. **Geração de Resíduos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2020. Disponível em: < https://abrelpe.org.br>

[2] AYVAZ, B.; BOLAT, B.; AYDIN, N. **Projeto de rede de logística reversa estocástica para resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos**. Recursos, Conservação e Reciclagem, v. 104, p. 391–404, 2015. Disponível em: < https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/30/2018/12/Raissa-Silva-de-Carvalho-Pereira-Dissertação-2018.pdf>

[3] BARBOSA, T. S. P. **A logística reversa como instrumento de vantagem competitiva**. **Alagoinhas, Bahia, Brasil**. Revista Terceiro Setor & Gestão Anais, v.11, n.1, p. 5-25, 2017. Disponível em: < http://revistas.ung.br/index.php/3setor/article/view/2098/2509>

[4] COSTA, L. G.; VALLE, R. **Logística reversa: importância, fatores para aplicação e contexto brasileiro. In: Simpósio de excelência em gestão e tecnologia.** III SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: Acesso em: 17 ago. 2019. Disponível em: < https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos06/616_Logistica_Reversa_SEGeT_06.pdf>

[5] GUIMARÃES, J. L. S.; SALOMON, V. A. P. A. N. P **Aplicada à Avaliação de Indicadores de Desempenho da Logística Reversa na Indústria Calçadista**. Procedia Ciência da Computação, v. 139-148, 2015. Disponível em: < 10.37423/200500871>

[6] LACERDA, L. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Revista Interface Tecnológica, v. 17 n. 2, 2021. Disponível em: < https://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica_Reversa_LGC.pdf>

[7] LEE, D. H.; DONG, M. **Projeto de rede dinâmica para operações de logística reversa sob incerteza**. Pesquisa em Transporte Parte E: Revisão de Logística e Transporte, v. 1, pág. 61-71, 2009.

[8] LEITE, P. R. **Logística reversa; Sustentabilidade e competitividade**. São Paulo. Editora Saraiva, v. n. 3 ed., 2017.

[9] MENDONÇA, J. C. A.; VASCONCELOS, P. E. A.; NOBRE, L. B. O.; CASAROTTO, E. L**. Logística Reversa no Brasil: um estudo sobre o mecanismo ambiental, a responsabilidade social corporativa e as legislações pertinentes.** Revista Capital Científico, v. 15, n.2, 2017. Disponível em: < 10.5935/2177-4153.20170017>

[10] RATHI, S. **Otimização modelo para integração sólido municipal gestão de resíduos em Mumbai, Índia**. Meio ambiente e economia do desenvolvimento, v.12, n.1, pp. 105-121, 2007.

[11] **SANTOS, M. H. R.** Logística reversa; resíduos eletroeletrônicos; PNRS**. Revista Gestão Industrial, v.13, n.4, 2017.**

[12] SOUZA, M. T. S.; MACHADO JUNIOR, C.; PARISOTTO, I. R. S.; SILVA, H. H. M. **Estudo bibliométrico de teses e dissertações em administração na dimensão ambiental da sustentabilidade**. Revista Eletrônica de Administração, Porto Alegre, v. 76, n. 3, p. 541-568, set. /dez. 2013. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/S1413-23112013000300001 >

Capítulo 26

O uso da educação ambiental no ambiente laboral

Emanuelle Soares Assis
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Este trabalho foi desenvolvido com finalidade de evidenciar um estudo de caso realizado em uma organização situada no bairro Cachoeirinha em Manaus AM, sobre a importância da Educação Ambiental no ambiente laboral através da percepção dos colaboradores. Deste modo utilizou-se o questionário que forneceu de maneira coesa a os pensamento sobre a funcionalidade da Educação Ambiental no ambiente laboral resultando em respostas positivas quanto a conscientização do uso consciente dos recursos por tanto a EA possui relevância significativa no local de trabalho logo pois proporciona benefícios para a organização quanto para os colaboradores por conseguinte uma roda de discussões com os questionados foi estabelecida para debater e entender com transparência a percepção de cada um a respeito do papel de colaborador e da empresa nas práticas sustentáveis, sendo assim diversos problemas ambientais na empresa foram mencionados e direcionados a soluções propostas através de ações sustentáveis. Após o debate, a junção das ações mitigadoras foi expressa em uma cartilha com todos os problemas ambientais da empresa. Esta cartilha foi criada de modo lúdico e de fácil compreendimento para facilitar a aprendizagem e mitigar os impasses ambientais ditos e garantir que a aplicabilidade da Educação Ambiental no ambiente laboral é de elevada importância no desenvolvimento de ações mitigadoras. Portanto, a aplicação da EA nas organizações contribui nas soluções das problemáticas ambientais de modo eficaz para propor um ambiente sadio e equilibrado para todos.

Palavras-chave: Conscientização ambiental; Mitigação.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, apesar dos avanços em várias áreas, enfrenta desafios persistentes na gestão ambiental. A falta de infraestrutura adequada, e a ausência de conscientização exacerbam a problemática, resultando em impactos negativos tanto ambientais quanto sociais. (ASSUNÇÃO, 2019). A gestão ambiental representa um desafio significativo no contexto ambiental brasileiro. O acúmulo descontrolado de lixo, o uso dos recursos naturais de modo irracional, contribui para a degradação do meio ambiente e coloca em risco a saúde pública.

Há, portanto, uma busca crescente por formas de melhorar a atividade humana, onde o desenvolvimento econômico e social esteja ligado às transformações ambientais, e a produção possa ser baseada em práticas sustentáveis que compensem os impactos resultantes. Portanto, é necessário aplicar a visão do desenvolvimento sustentável no sistema de gestão ambiental, e por isso algumas empresas imaginam como compensar os danos causados ao meio ambiente através da prática da educação ambiental.

Segundo Pinheiro *et al.,* (2021) como perspectiva Educativa a Educação Ambiental (EA) não solucionara os mais complexos problemas ambientais, no entanto sensibiliza a população da importância de sua responsabilidade com a natureza preservando qualquer tipo de vida no mundo. A Educação Ambiental consiste em espalhar conhecimentos relacionados ao meio ambiente sendo assim o ato de educar consiste em compartilhar para promover melhorias ao desenvolvimento humano (JUNIOR MARTINS, 2018).

Nos dias atuais a Educação Ambiental vem ganhando espaço em diversificadas vertentes, no âmbito empresarial a EA pode entrar em conflito com o pressuposto de que as empresas tem como objetivo promover o desenvolvimento econômico, uma vez que a falta de responsabilidade ambiental resulta em custos como as multas dos órgãos competentes, no entanto nos dias de hoje essas empresas promovem estratégias que poderá mantê-las no mercado acirrado.

A educação ambiental no local de trabalho não é apenas uma resposta à pressão crescente por práticas sustentáveis, mas também uma estratégia proativa para cultivar uma cultura organizacional comprometida com a preservação ambiental. Ao capacitar os colaboradores com conhecimentos sólidos sobre questões ambientais relevantes, promovemos uma mudança de mentalidade que se reflete em ações cotidianas, desde a gestão adequada de resíduos até a redução do consumo de recursos naturais. (JÚNIOR MARTINS, 2018)

Essa transformação vai além do simples cumprimento de regulamentações ambientais; ela fomenta uma consciência coletiva que transcende os limites da empresa. Os colaboradores passam a perceber seu papel como cidadãos ambientalmente conscientes, influenciando positivamente suas comunidades e incentivando mudanças significativas fora do ambiente de trabalho.

Além disso, a educação ambiental no local de trabalho proporciona uma abordagem prática, integrando princípios sustentáveis diretamente nas operações cotidianas. Isso inclui desde a correta separação de resíduos até a implementação de práticas de consumo consciente, consolidando uma cultura organizacional comprometida com a responsabilidade ambiental.

Para Rossini *et al.,* (2020) a Educação Ambiental é a principal ferramenta para modificar a consciência ambiental, fazendo com que os indivíduos alterem seus hábitos desgastantes para obter novos valores ecológicos transformando a qualidade de vida.

Empresas como Unilever é reconhecida mundialmente pelo seu Plano de Sustentabilidade Unilever como um dos planos mais gananciosos com as premissas ambientais onde o foco é a preservação ambiental com isso a empresa consiste em se responsabilizar com menos gerações de gases efeito estufa além de utilizar menos os recursos hídricos para a produção de seus produtos e propõe aos seus colaboradores um ambiente de trabalho de excelência (MOREIRA,2016). Além disso a maior fabricante de alumínio americana, Alcoa, destaca-se pelos seus projetos de Educação ambiental dentro da empresa e entorno da comunidade, como o incentivo a Redução do consumo de Água e Energia Elétrica entre outros (SANTOS *et al.,* 2020).

De acordo com a Associação Brasileira de Bares e Restaurantes, ABRASEL, (2023) a responsabilidade ambiental está tornando-se um fator de elevada relevância ao consumo de bens e serviços isso porque clientes preocupados com o ecossistema procuram locais que ofereçam a experiencia cheia de valores sustentáveis. De acordo com Cardoso *et al.,* (2022) as práticas sustentáveis em restaurantes são escassas devido o porte do estabelecimento, mas que o potencial de melhoria na qualidade de vida de seus colabores é elevada além disso é considerado que as práticas sustentáveis são fundamentais para estabelecer uma jornada de trabalho satisfatória.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o uso da Educação ambiental no ambiente laboral em um restaurante localizado no bairro Cachoeirinha, Manaus- AM, utilizando um questionário com perguntas coesas que servirão de com proposito de transformar os hábitos errôneos do público interno através de práticas sustentáveis expostas em uma cartilha em formato de guia que servirá de material informativo no momento de execução.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido e aplicado nas dependências de um restaurante localizado na zona sul de Manaus/AM, especializado em *self servisse*. O restaurante atende em torno de 100 pessoas diariamente e os funcionários não compreendiam alguns conceitos como Educação Ambiental (EA), reciclagem, reaproveitamento, sem desenvolvido em três etapas.

Em uma primeira etapa, foi avaliada a percepção dos funcionários quanto aos de EA que estavam diretamente relacionados ao ambiente ao qual trabalhavam. Para isso, foi aplicado um questionário desenvolvido e estruturado por meio da plataforma *google forms*, onde foram elaborados questionamentos (apresentado na Tabela 1) coesos e objetivos, aplicados aos colaboradores e proprietário do restaurante.

O questionário foi elaborado utilizando a escala de *Likert* aderida para classificar as respostas. As escalas *Likert* têm a vantagem de não esperar uma resposta simples sim / não do respondente, mas permitem graus de opinião e até mesmo nenhuma opinião. Uma escala *Likert* é um tipo de escala de avaliação usada para medir atitudes ou opiniões. Com esta escala, os respondentes são solicitados a classificar os itens em um nível de concordância.

Tabela 1: Questionamentos aplicados aos funcionários

Q01- O princípio do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado
Q02 - Educação ambiental e suas ações permite visibilidade econômica e de saúde no ambiente de trabalho
Q03 - A conscientização como objetivo da Educação Ambiental
Q04 - 58Os problemas ambientais possuem ligação direta com o trabalhador

Fonte: Autores (2023).

Após a organização das respostas, foram realizadas reuniões com os funcionários para apresentar os resultados. Além das informações do questionário foram realizadas aulas informativas de no máximo 10 minutos para expor de uma forma dinâmica, claro, informativo e educacional para tratar de vertentes fechadas através de opiniões e sugestões de ações afim de mitigar e tornar um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

As respostas obtidas pelo formulário serviram de subsídios para a construção de uma cartilha de EA que serve de apoio para um novo sistema de gestão ambiental na empresa.

3. RESULTADOS

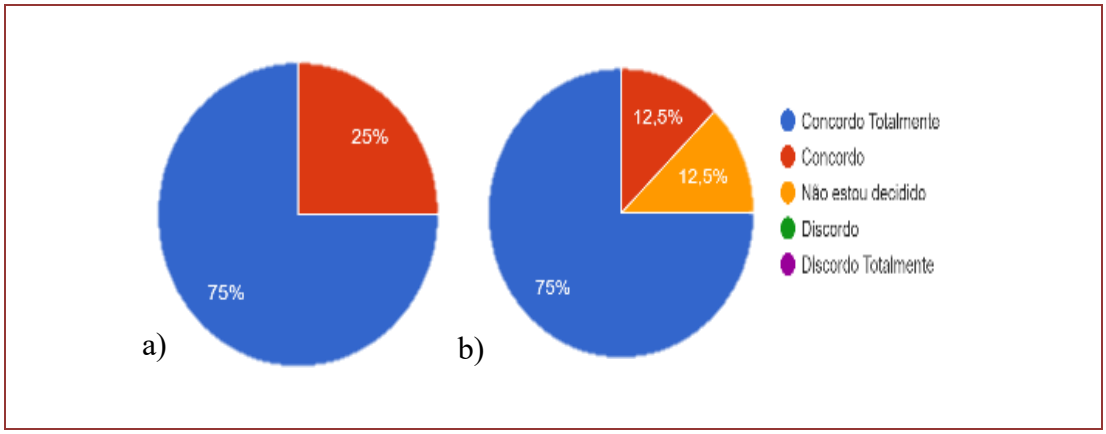
Como resultado desse trabalho, o restaurante self-service, focado na culinária amazônica, atualmente conta com 15 funcionários e 2 proprietários, e em horário comercial serve em média 100 refeições por dia.

Analisando o primeiro questionamento sobre o direito a um ambiente ecologicamente equilibrado no Gráfico 1a, foi possível notar que 75% dos entrevistados concordam plenamente que os cidadãos brasileiros tem o direito a um local de trabalho em harmonia com o meio ambiente de acordo com a constituição de 1988. Equilibrar os direitos ambientais e a ligação à natureza reflete o reconhecimento de que os humanos fazem parte de um sistema interdependente com outros seres vivos e elementos da natureza. Portanto, garantir o equilíbrio ambiental é uma responsabilidade compartilhada que requer a participação ativa da sociedade, dos governos e das organizações.

Com base nos resultados (Figura 1: Q1), 100 % dos entrevistados concordam plenamente com o princípio de um ambiente ecologicamente equilibrado. Portanto, todos compreendem que um ambiente de trabalho saudável é um direito básico de todos os trabalhadores, e os empregadores devem garantir que a produção esteja livre de problemas, deste modo a aplicação da EA permite que os colaboradores despertem sensibilidade e preocupação com o meio que vive, ajudando assim a sua organização compensar a degradação causada, isso pois a responsabilidade ambiental deve envolver a todos.

Ao serem questionados sobre a Educação ambiental e suas ações permite visibilidade econômica e de saúde no ambiente de trabalho (Gráfico 1 b) 87,50% responderam que “concordam totalmente” e 12,5% “não estou decidido”.

Gráfico 1: Questionário aplicados aos colaboradores - a) Q01; b) Q02

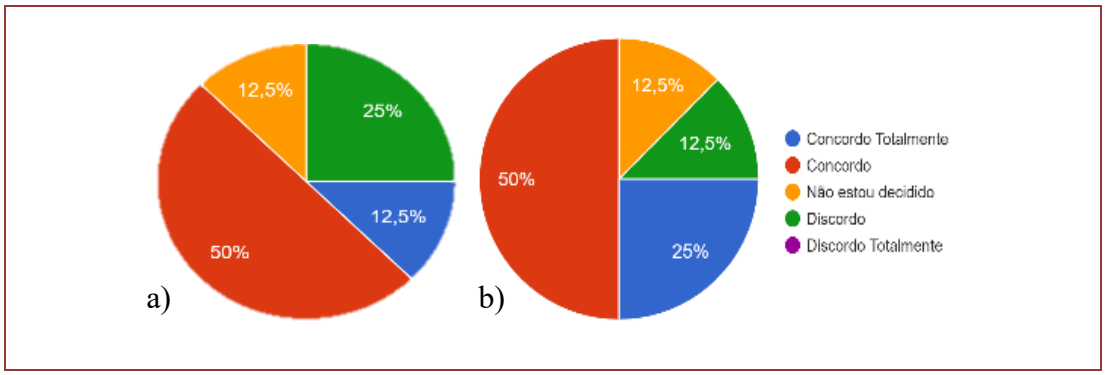


Fonte: Autores (2023).

Quando questionados sobre incentivos a conscientização dentro do ambiente de trabalho 62,5% (Gráfico 2: Q03) da população entrevistada afirmaram que dentro do seu local laboral há incentivos a conscientização ao meio ambiente e 25% relatou que no seu ambiente laboral não incentiva a conservação dos recursos naturais mas que tais colaboradores ainda obtiveram duvidas no momento de discordância, ou seja a percepção de práticas ambientais dos funcionários está escassa isso pois indivíduos com contato ao assunto concordaria totalmente sem resquícios de dúvidas e buscaria a pratica para obter resultado positivo quanto a vida sadia no ambiente. O restante dos entrevistados não estava decidido do que responder.

Quando os colaboradores foram questionados a saber se os problemas ambientais da empresa afetariam diretamente (Gráfico 2: Q4) eles 75% responderam com "concordo totalmente" e "concordo" enquanto 12,5% classificou como "não estou decidido" enquanto outros 12,5% responderam "discordo" com isso verifica-se que existe uma ausência na identificação consequências dos impactos ambientais da empresa. Para Silva (2019) compete a empresa informar as suas equipes as dificuldades ambientais para que possam todos refletir nos hábitos que levam a degradação ambiental no trabalho e no mundo.

Gráfico 2: Questionário aplicado aos colaboradores: a) Q3; b) Q4



Fonte: Autores (2023)

A degradação ao meio ambiente é resultado da ausência de gerenciamento dos recursos naturais, a EA ajuda a promover com excelência a gestão ambiental em uma empresa enfrentando os desafios da sua realidade. Deste modo, foi elaborado uma roda de discussões com tempo de duração de no máximo quinze minutos no dia de terça-feira com objetivo de debater sobre os problemas ambientais do restaurante e ouvir as possíveis soluções através das perspectivas sobre o assunto, os principais impasses ambientais do lugar foram apresentados, tais como: Alto consumo de água e energia elétrica; Residuos descartados de maneira incorreta; Uso exarcebado de plasticos; Alto desperdicio de alimentos (Figura 1).

Figura 1: Roda de discussões com os colaboradores

Fonte : Autores (2023).

Sendo assim, tais soluções são executadas com métodos educacionais. Com isso, uma cartilha (Figura 2), foi desenvolvida, de modo lúdico, sendo mais atrativo e que permaneça atenção, no que está sendo exposto entrando de acordo com *Scheidegger* (2019), com uns métodos de praticar a sustentabilidade evidenciando a redução dos recursos hídricos, da economia de energia elétrica, a prática de separação de resíduos, a maneira de minimizar a utilização dos plásticos além de como fazer para evitar o desperdício de alimentos. Como procedimento de auxiliar a mitigar os impactos citados na roda de discussões, essa cartilha foi elaborada com intuito de enfatizar a importância das práticas de sustentáveis e ambientais no ambiente laboral, e mostrar que tais impactos causados em um ambiente de trabalho afeta diretamente aqueles que estão envolvidos sendo clientes e funcionários.

A cartilha destaca temas como os problemas ambientais no restaurante, iniciando com as dicas de como não desperdiçar água isso foi evidenciado devido o alto consumo do recurso no estabelecimento proveniente da preparação dos produtos, limpeza do restaurante, higienização das louças na pré-preparo, durante e pós as vendas, resultando assim uma conta no fim do mês elevada.

Posteriormente, foi retratado no material o alto consumo de eletricidade resultante do uso dos eletrodomésticos, condensadores de ar, freezers, lâmpadas e

tomadas ativas que são instrumentos essenciais para o funcionamento da empresa, sendo assim foi exposto na cartilha algumas ações educacionais para a fazer o consumo consciente deste recurso contribuindo ao meio ambiente e a redução dos custos no restaurante.

Em sequência a cartilha expõe onde descartar os resíduos corretamente enfatizando as cores e os tipos de resíduos em cada uma delas, isso pois enfatizaram que existe a separação de plásticos e metais, onde os metais como as latinhas de refrigerantes e tampas de cervejas são destinados a venda além disso vale ressaltar que o óleo usado é separado em um tonel de cor azul e quando estão cheios contatasse a empresa responsável pela coleta sendo. Logo após o tema exibido trata-se do desperdício de alimentos, consequência de alimentos preparados e não distribuídos ou de alimentos distribuídos e não consumidos, sendo assim algumas atividades para que esse problema seja minimizado foram expostos na cartilha.

E por fim, a cartilha apresenta a maneira de diminuir a quantidade de materiais descartáveis onde são utilizados para servir alguns produtos do restaurante como as bebidas e sobremesas. Ressalta-se que a cartilha servira de material de apoio na promoção das práticas sustentáveis.

Figura 2: Cartilha desenvolvida em formato de guia para promover a sustentabilidade no ambiente de trabalho.

Fonte: Autores (2023).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível analisar que a classe operaria possui percepção ao seu direito de possuir um ambiente de trabalho digno como relatado no princípio do meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Notou-se que na maioria das questões os questionados responderam com concordância total em quase todas as perguntadas resultando em que esses colaboradores possuem informações relacionados ao meio ambiente e estão convencidos que a Educação ambiental obtém importância e com clareza souberam relacionar o a Educação Ambiental como solucionadora dos impasses ambientais no mundo principalmente no ramo laboral.

Por tanto, comprovasse que é através da Educação Ambiental bem aplicada é possível promover mudanças revolucionarias em qualquer ambiente, tornando o meio ambiente ecologicamente equilibrado para atual e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

[1] ABRASEL (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BARES E RETAURANTES). Para todos e para cada um. Disponível em: <https://abrasel.com.br/revista/revistas-online/edicao-153/.> Acesso em 14, dez, 2023.

[2] ASSUNÇÃO, G. M. A **Gestão ambiental rumo à economia circular: como o Brasil se apresenta nessa discussão.** Revista Brasileira Sistemas & Gestão, v. 14, n. 2, p. 223–231, 2019. Disponível em : < https://doi.org/10.20985/1980-5160.2019.v14n2.1543>

[3] AZEVEDO, F. P. M. A **Educação Ambiental como vetor para fomentar a economia circular: um estudo de caso em uma escola pública da cidade de Manaus.** 2020. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020. Disponível em: < https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8109>

[4] CARDOSO, L, M; COSTA, L, S; CARNEIRO; LEITE, A, C, L. **Práticas adotadas por restaurantes comerciais para promover a sustentabilidade social.** Revista Brasileira DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde, v. 17, p. 3-13, 2022. Disponível em : < https://doi.org/10.12957/demetra.2022.66576>

[5] DIAS, G. F. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas**. 10ª. São Paulo: Gaia, 29 de novembro de 2022.

[6] JANUÁRIO, C. A. C.; PAIVA, A. P. C. Q.; LIMA, A. A. **Perspectiva da Educação Ambiental no ensino fundamenta: um estudo de caso**. Revista Brasileira Dellos Desarrollo Local Sostenible, v. 16, n 4, p. 1082-1099, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.55905/rdelosv16.n44-007>

[7] JÚNIOR, O, B.; MARTINS, A, D. **Educação Ambiental para empresas: Caraterização, Definição e Boas Práticas**. Revista Brasileira de Pós-graduação Faculdade Cidade Verde, v. 4, n. 1, p. 17-27, 2018. Disponível em: < https://revista.unifcv.edu.br/index.php/revistapos/article/view/75/89>

[8] MANUS, P. P. T.; GITELMAN, S. E. **O futuro das relações entre empregado e empregador**. Revista do Tribunal Superior do Trabalho, São Paulo, v. 85, n. 4, p. 19-32, out./dez. 2019. Disponível em: < https://juslaboris.tst.jus.br/bitstream/handle/20.500.12178/167892/2019_manus_pedro_futuro_relacoes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[9] MOREIRA, J, S. **Marketing Sustentável e o Comportamento do Consumidor: Análises de Campanhas Publicitárias que Promovem a Sustentabilidade e o Consumo Consciente**. Universidade Federal da Bahia – Faculdade de Comunicação, 2016. Disponível em: < http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/28555 >

[10] PINHEIRO, A. A. S.; OLIVEIRA NETO, B. M.; MACIEL, N. M. T. C. A. **Importância da Educação Ambiental para o Aprimoramento profissional, Docente e Humano**. Revista Brasileira Ensino em Perspectivas, v. 2, n. 1, p. 1–12, 2021. Disponível em : < https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD1_SA14_ID9544_13092018171611.pdf>

[11] ROSSINI, M. C.; RUBENS C. D. **Interdisciplinaridade e Educação Ambiental: Um Diálogo Sustentável.** Revista Brasileira Prática Docente, v. 5, n. 3, p. 1733–1746, 2020. Disponível em: <10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n3.p1733-1746.id830>

[12] SANTOS, C A, A.; MORAIS, C, A.; FERNANDES, J, F, COSTA, L, P. T.; MOREIRA, N, T.; MARCONDES, R. E, A.; MENARDI, M, A.; CARIOCA, J, M, A.; FILHO, C, A.; ZANI, M, A. **Sustentabilidade: Alcoa Brasil.** UNIFEOB Centro Universitário de Ensino Octávio Bastos, 2020. Disponível em: < https://www.alcoa.com/brasil/pt/sustainability>

[13] SCHEIDEGGER, G. M.; CALENZANI, C, L, **Educação ambiental nas organizações.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 03, Vol. 04, p. 05-18, 2019. Disponível em: < https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/ambiental-nas-organizacoes>

[14] SILVA, A. C. S.; TIBALDI, S. D. **Meio Ambiente Do Trabalho E Saúde Mental: Uma Integração Necessária À Efetivação Da Garantia Constitucional A Um Ambiente Laboral Saudável.** Revista Digital Constituição E Garantia De Direitos, v. 11, n. 1, p. 176–200, 2018. Disponível em: < https://periodicos.ufrn.br/constituicaoegarantiadedireitos/article/view/15323/10780>

[15] SILVA, R. F. **Conscientização Ambiental nas empresas: benefícios Positivos para as Organizações e os Trabalhadores**. Revista Movendo Ideias. v. 24, p. 51-56, 2019. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.17648/movideias-v24n1-1372>

Capítulo 27

Aproveitamento de água da chuva, para o uso não potável em uma residência unifamiliar no bairro Terra Nova na cidade de Manaus-AM

Cristina Andrade Ferreira
Christopher Romulo da Luz Hilgemberg
Jean Paulo de Souza Vieira
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Com o passar dos anos sabe-se que à uma redução de recursos naturais, onde a redução de reservas hídricas vem acontecendo constantemente. Onde a captação de água da chuva seria de grande importância. Um dos pontos cruciais é a economia, sustentabilidade e foco na educação, focada ao meio ambiente. A captação para fins não potáveis é uma solução sustentável e perspicaz para aproveitamento de recursos naturais na área Amazônica, já temos uma grande demanda desse mecanismo natural. Uma opção comum é a instalação de calhas e canos para a captação da água da chuva e direcioná-la para reservatórios adequados. Esse reservatório pode ser enterrado, acima do solo ou em barris. Existem diversas maneiras de fazer isso, desde sistemas simples á mais complexos. Essa água captada pode ser utilizada para centenas de finalidades para uso não potável, como irrigação de jardins, lavagens de pisos, descargas de vasos sanitários, higienização de piscinas e outros. É uma prática que pode reduzir o consumo de água potável que é cada dia mais escasso.

Palavras-chave: Captação de águas pluviais; Eficiência de projeto pluviométrico; Potabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A água é uma substância essencial para todos os seres vivos. O homem, além de utilizar a água para suas funções vitais, como todas as outras espécies de organismos vivos, usa os recursos hídricos para um grande conjunto de atividades, tais como: consumo, produção de energia, navegação, produção de alimentos, desenvolvimento industrial, agrícola, econômico, lazer e turismo (VIEIRA & FERREIRA, 2021). Entretanto, ela é um recurso finito, e por isso deve se economizada. A noção da água finita começou a ser difundida nos últimos anos até mesmo no Brasil que é um dos países com maior quantidade de reservas hídricas.

O crescimento desordenado das cidades provoca o aumento de vazão de águas pluviais em função da impermeabilização dos solos e da redução do tempo de escoamento (TUCCI, 1997), e aliado a isso, o crescimento populacional faz com que haja um aumento de consumo de água potável em todos os locais urbanos. Segundo Perdigão (2021), o consumo de água doce aumentou em 6 vezes no último século e tem continuado aumentando com uma taxa de 1% ao ano, pois o crescimento populacional faz com que a demanda de consumo de água cresça ainda mais. Adicionalmente, a qualidade da água vem diminuindo na mesma proporção, afetando a população, que hoje é de mais de 2 bilhões de pessoas, podendo aumentar em maios de 25% até 2030 (NAÇÕES UNIDAS, 2018).

Diante desse cenário, uma das alternativas sustentáveis para esse problemática é a captação de água da chuva. Essa alternativa tem como principal objetivo, educar a sociedade para o uso sustentável de água doce e incentivar a população a fazer o aproveitamento (URBANO, 2008). Um sistema de captação de água da chuva é um suprimento de água descentralizado, com o intuito de conservar os recursos hídricos, reduzindo o consumo de água potável (SILVA, 2014).

Com o aproveitamento de água da chuva possibilitaria a redução de demanda pela parte da concessionaria de saneamento, com resultados positivos na redução de custos com conta de água e pode evitar o risco de enchentes em casos de chuvas fortes (RIVAS, 2015). Visando a questão econômica a reuso da água da chuva seria uma vantagem para famílias, pois além da questão econômica, iria anexar ao e somar com o uso sustentável de água da chuva e é uma alternativa para residências presentes nas pequenas, medias e grandes cidades.

Além disso a captação de águas pluviais iria contribuir para a redução de escoamento superficial, minimizando enchentes e sobrecargas no sistema de drenagem (NOGUEIRA, 2011). Porém, segundo Gould e Nissen-Petersen, (1999) e Amorim & Hernandes, (2006) a alternativa de água da chuva, não é 100% segura, sendo necessária uma avaliação da qualidade dessa água captada, verificar o tipo de uso dela, e de que forma será realizado o tratamento dessa água captada. Observando que o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, o seu tratamento é mais simples, e não é base de cloro. Observa-se que países desenvolvidos e subdesenvolvidos tem como fonte alternativa a captação de água da chuva, e torna-se uma contribuição descentralizada muito importante.

Em alguns países como Alemanha, onde tem como exemplo o *Budeswehr Rainwater Harvesting*, que implementou sistema de coleta de água da chuva em bases militares em todo país para reduzir a dependência de água potável. Outro exemplo, é o *Hamburg Rainwater Management Concept* que utiliza uma combinação de telhados verdes, pavimentos permeáveis e sistemas de captação de água para reduzir o escoamento de

água para reduzir o escoamento de água da chuva e melhorar a qualidade da água. E ainda, o Japão que vem usando técnicas inovadoras de reaproveitamento e captação de água da chuva, mostrando uma economia do recurso superior a 30% (TOMAZ, 2003).

Atualmente o Brasil, vem adaptando técnicas de aproveitamento de água da chuva, porém para uso não potável. Devido ao seu alto volume de precipitação anual, Manaus possui forte potencial a captação de água da chuva (JUNIOR & VIEIRA, 2019). Que pode contribuir para a preservação e incentivar a população, para que use e faça aproveitamento de adequada da chuva, podendo reduzir o consumo de água potável, fornecida por empresas de abastecimento de água potável de abastecimento de centros urbanos.

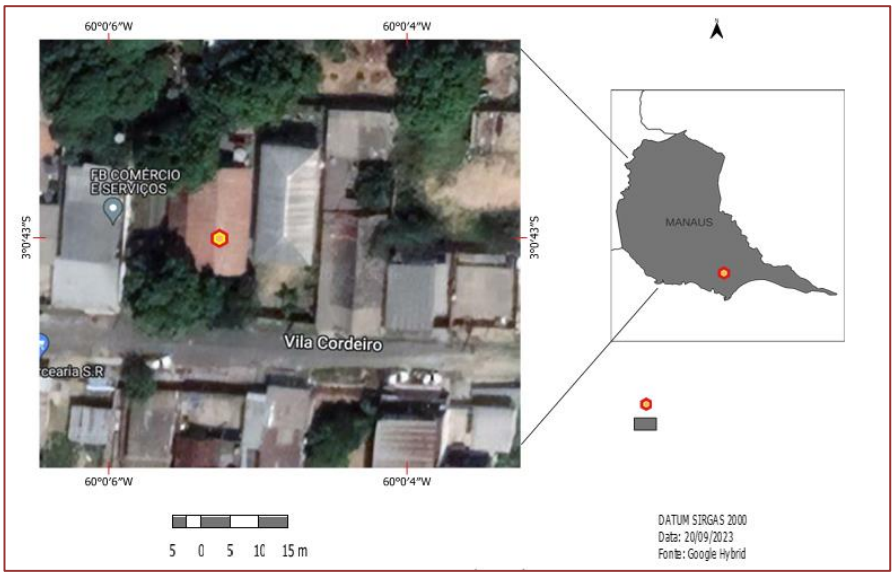
Assim, esse trabalho mostrará um projeto e o processo de implementação de um sistema de captação de água da chuva em uma residência na cidade de Manaus. Desta forma, pretende-se incentivar as boas práticas sustentáveis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em uma residência unifamiliar, localizado no bairro Terra Nova zona norte de Manaus-AM. A Figura 1 mostra o ponto de georreferencia do bairro, onde foi construído o sistema de coleta de águas pluviais. O terreno onde o sistema foi instalado possui as dimensões de 20 x 32 m, enquanto a casa possui 14.30 x 8 metros. Na planta baixa tem 16 metros de calha para capitação de águas da chuva.

Antes da construção e instalação do sistema foi realizada uma análise da precipitação e da temperatura na região, sendo os dados para essa análise sendo obtidos na base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Por meio da análise do comportamento anual da precipitação será possível estimar a quantidade de água que poderá ser coletada anualmente, e que não será usada para consumo humano. Apesar da água da chuva captada não ser usada para consumo, foram realizadas análise de potabilidade em laboratório.

Figura 1: Localização da residência onde o projeto foi desenvolvido.



Fonte: Autores (2023).

O sistema de captação de água da chuva, é composto por um por um sistema de coleta, sejam eles telhados, lajes ou galpões; um reservatório de descarte para a eliminação das primeiras águas depois da limpeza; um reservatório de captação e acumulação para armazenar a água a água coletada.

Quadro 1: Lista de Materiais usados na construção do sistema de captação

Construção do Sistema	
Material	Quant.
Calha	16m
Filtro	1
Reservatório 2.000L	1
Bomba hidráulica 5cv	1
Caixa d'água 1.000L	1
Tubo de 150mm	1
Conexões	5
Peneira para retirada de folhas	5

Fonte: Autores (2023)

Após, foi verificado as condições do telhado, como a presença de possíveis vazamentos e o seu declive, a fim de viabilizar o projeto. Com a sua aprovação, foi realizado a instalação das calhas de 16m no telhado. Instalada as calhas, foi colocada a tubulação com filtro que conduz a água pluvial até o reservatório subterrâneo, na qual possuía um dreno, que em casos de saturação da capacidade de armazenamento, a água é escoada até a rede de esgoto. O dimensionamento e a capacidade do reservatório foram construídos conforme a NBR 15527/2007, que menciona sobre o aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis e a NBR 12127/2019, descrevendo sobre o gesso para a construção civil.

Pode-se dizer que o sistema de capitação de água da chuva é de materiais relativamente de custo baixo, pois os materiais e equipamentos como bomba, suporte e bomba e o custo de energia devido ao bombeamento de água e da mão de obra, seria de baixo custo, com a alternativa de instalações de (placas solares) para cair ainda mais a conta de energia ao usar bombas d'água.

3. RESULTADOS

3.1. PRECIPITAÇÃO ANUAL NA CIDADE DE MANAUS

A precipitação (mm) e a temperatura (ºC) são dois fatores climáticos essências e que auxiliaram na compreensão das condições ambientais, e nesse trabalho foi essencial na estimativa da água que poderá ser captada anualmente.

Para avaliar a capacidade de aproveitamento de água pluvial do sistema proposto, foram realizados alguns cálculos com uma base de dados obtidos do INMET sobre as chuvas registradas próximas a área do sistema de captação, registrando valores de 169,5 mm e 102 mm em outubro de 2022 e outubro de 2023, respectivamente Figuras 2a e 2b.

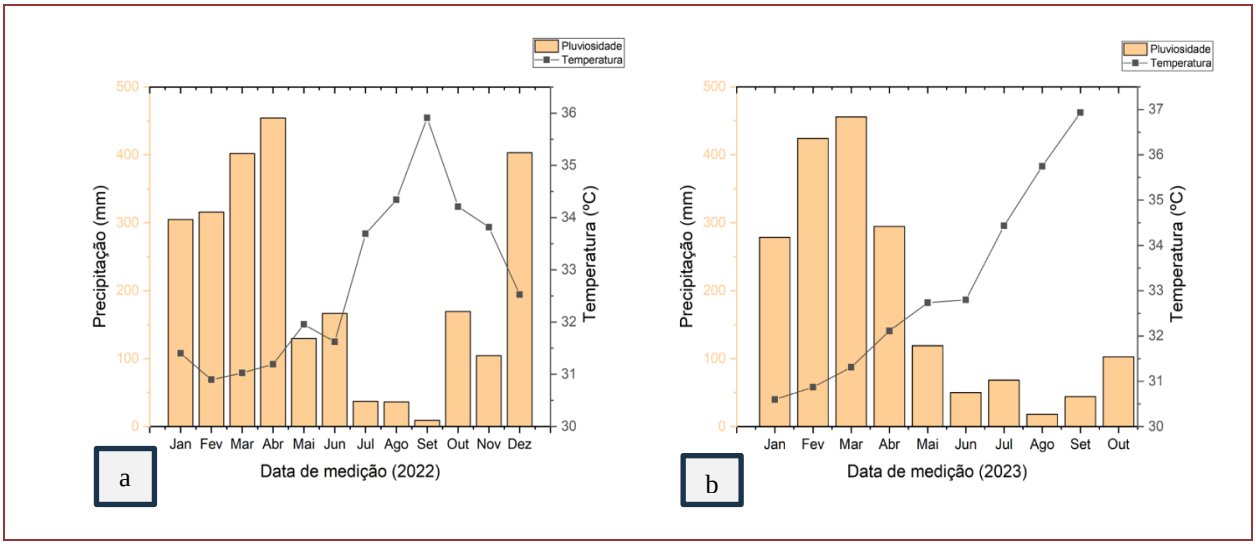
Assim, foi possível calcular a capacidade de captação de água pluvial deste sistema de forma simples.

Em outubro de 2022, se o registro do INMET for 169,5 mm e o de captação for 25 m², é previsto que o sistema captaria um volume de água pluvial de aproximadamente, (V). V = 169,5 x 25 = 4.237,5 litros de água da chuva mensais.

Analisando os registros para o mês de outubro de 2023, verificou-se que para uma precipitação de 102 mm e a mesma área de captação for de 25 m², esse sistema irá captar em torno de V = 102 x 25 = 2.550 litros de água pluvial no mês, sendo equivalente à metade do volume de água coletado em comparação com o mês de outubro de 2022.

Com a capacidade de armazenamento de 2.000 litros do reservatório, este sistema terá autonomia para abastecer até duas vezes a caixa d'água de capacidade 1.000 litros que será instalada na plataforma suspensa, a fim de suprir o sistema hidráulico da residência. Como opção de economia pode-se instalar um sistema de energia solar para atender o funcionamento da bomba hidráulica que transfere a água do reservatório para essa caixa d'água de 1.000 litros.

Figura 2: Precipitação acumulada e temperatura média mensal: a) Ano de 2022; b) Ano de 2023.



Fontes: Autores (2023).

Segundo os dados do INMET (2022) apresentados na Figura 2a, a pluviometria em 2022 chegou a apresentar índices pluviométricos superiores a 400 mm, sendo o seu menor índice em setembro, com menos. Ainda, em 2022 chegou a apresentar índices pluviométricos superiores a 400 mm, sendo seu menor registro em setembro, com menos de 100 mm. Assim como 2022, os dados apresentados na Figura 2b, mostra que foram registrados picos de precipitação acima de 400 mm. Esses dados comprovam que é possível reutilizar a água da chuva devido ao seu alto índice pluviométrico e as chuvas constantes em todos os meses, até mesmo no período menos chuvoso.

Ao mesmo tempo, é possível verificar que os meses de maior temperatura foram aqueles em que a precipitação apresentou menores valores de chuva acumulada. Visto que nos meses de janeiro a maio, onde a pluviosidade é maior, a temperatura apresenta

seus menores registros. Nos meses de junho a setembro, a temperatura média mensal possui picos acima de 36 °C, Figuras 2a e 2b, o que é uma característica climática da região amazônica: o "verão amazônico", sendo caracterizado pelas altas temperaturas e chuvas abaixo da média entre os períodos de julho a novembro na região amazônica.

Ainda, segundo Sodré (2023), isso acontece devido a Zona de Convergência Intertropical, sendo um cinturão de nuvens que ocorre em volta do planeta e que se desloca seguindo o movimento aparente do sol, o qual aquece as águas dos oceanos. Ao ponto que com a chegada do inverno do hemisfério sul e o resfriamento gradual dos oceanos, a ZCIT migra para o hemisfério norte e então, as chuvas sobre a Amazônia reduzem, por vezes até cessam. Desta forma, a baixa quantidade de chuvas ou ausência dela provoca o aumento da temperatura do ar local.

3.2. CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DO SISTEMA

Considerando um pluviômetro padrão, 1 mm = 1 L/mm2, ou seja, 1 mm registrado pelo pluviômetro significa 1 litro de água da chuva absorvida por 1 metro quadrado de superfície durante um determinado período. Portanto, o sistema proposto neste estudo tem capacidade de coletar 25 litros de água para cada milímetro registrado por um pluviômetro padrão durante um período, já que neste caso a área de captação é de 25 mm2.

Para os cálculos da capacidade de armazenamento do sistema, foi usado o valor de referência de um pluviômetro padrão:

$$1mm=1L/mm2 \text{ ou } Mp = Vc/As \qquad \text{eq. 1}$$

Onde: (*Mp*) é a Medição do Pluviômetro é igual a 1mm; (Vc), volume captado em litros

(As) é a área da superfície de captação em metros quadrados Volume ou Capacidade de captação do sistema proposto seria com 25mm² de área:

$$Vc = Mp \times As \quad \text{eq. 2}$$

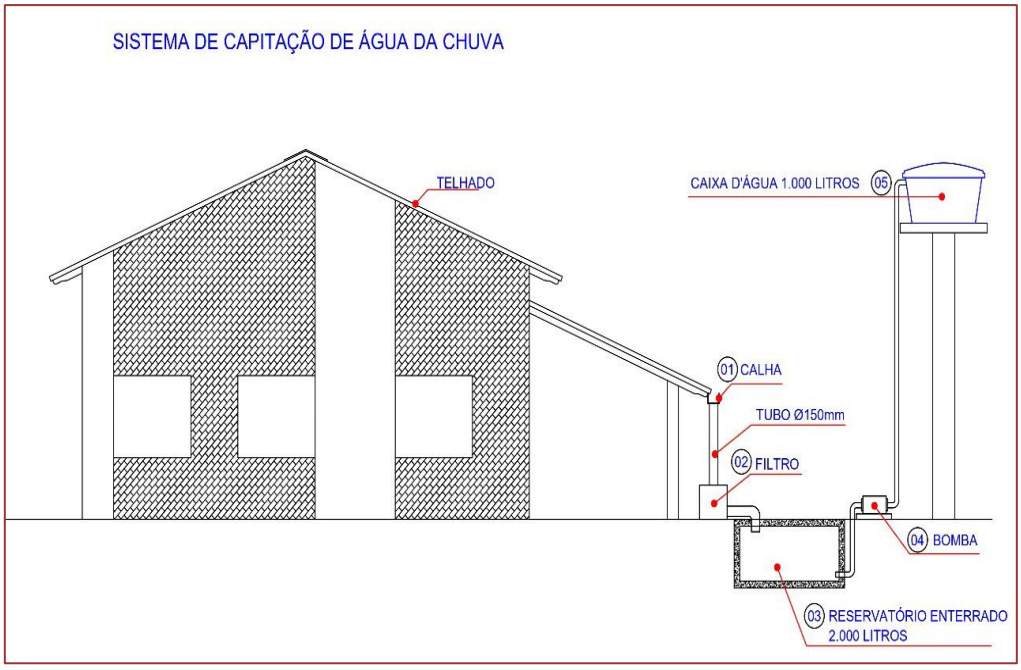
Sendo, *Mp*, igual a 1mm; e *As,* igual a 25mm2, assim: *Vc* = 1 x 25; ou seja, *Vc*, será igual a 25 litros de água a cada 1 milímetro registrado em um pluviômetro.

Por exemplo, se em um evento de precipitação ocorrer registros em torno de 20 mm em uma hora, isso significa que a capacidade de captação de água pluvial do sistema é de 500 litros (25 x 20 m).

3.3. PROJETO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA

Conforme o esquema ilustrado na Figura 3, foi fixado a estrutura lateral (01) no telhado, no qual as calhas passaram por alguns testes estruturais a fim de verificar a sua durabilidade, resiliência e resistência no telhado. A sua função será o transporte da água pluvial através de um tubo de 150 mm, onde a tubulação irá direcionar a água para um filtro seletores (2) a base de fibras que realizam a retenção/gradeamento, a fim de separar os resíduos como, folhas, insetos, pedras e impurezas.

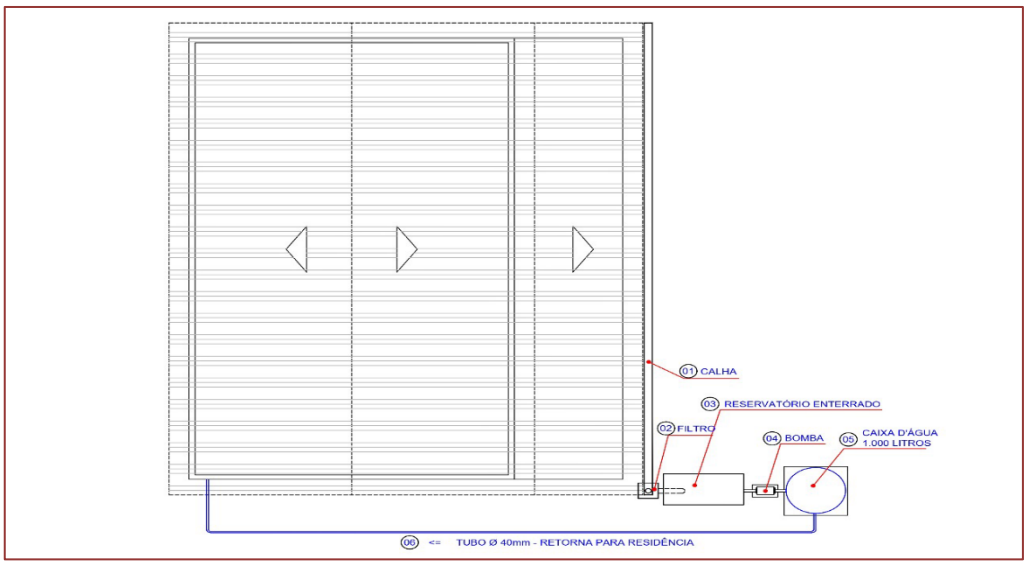
Figura 3: Corte do sistema de captação de água da chuva



Fonte: Autores (2023).

Esta filtragem acontece para que a água coletada não carreguem impurezas diretamente na cisterna de 2.000 litros (3) e se aglomerem em seu interior. A cisterna será responsável por reservar a água capturada pela chuva até ser bombeada (04) para a caixa d'água de 1.000 litros (05). Este é um processo cíclico que se iniciará sempre que começar a precipitar no local. Além disso, vale a pena destacar que a sistema possui uma cobertura para que a água armazenada seja reservatório para proliferação de vetores.

Figura 4: Planta de cobertura da casa unifamiliar



Fonte: Autores (2023).

A Figura 4 apresenta uma planta de cobertura da casa unifamiliar como projeto para a captação de água da chuva. Com essa visão fica mais claro entender como funcionará o movimento da água da chuva no telhado da casa, sendo direcionado diretamente para as calhas e iniciando o processo de captação.

Esta filtragem acontece para que a água coletada não carreguem impurezas diretamente na cisterna de 2.000 litros (3) e se aglomerem em seu interior. A cisterna será responsável por reservar a água capturada pela chuva até ser bombeada (04) para a caixa d'água de 1.000 litros (05). Este é um processo cíclico que se iniciará sempre que começar a precipitar no local. Além disso, vale a pena destacar que a sistema possui uma cobertura para que a água armazenada seja reservatório para proliferação de vetores.

Assim, as Imagens 1a, 1b e 1c mostram o resultado *in loco* da instalação do sistema de captação de água pluvial na residência. Conforme a Imagem 1a, após a tubulação ser instalada na calha, a água pluvial foi direcionada até a cisterna de 200 litros no qual será responsável pelo armazenamento da água da chuva.

Na Imagem 1b, observa-se as cisternas 01 e 02 devidamente instaladas no local. Em casos de transbordamento de água, a cisterna conta com um sistema feito de tubo PVC, fazendo com que, antes que o transbordamento ocorra, a água seja escoada diretamente para o solo.

A Imagem 1c apresenta a caixa d'água usada no processo, que irá receber a água pluvial através de bombeamento da cisterna. Em relação ao tratamento e desinfecção da água, podem ser usadas pastilhas de cloro, e se ter uma redução de manutenção no sistema de captação. Onde em alguns casos pode se ter a economia de 50% no consumo de água. Já que o cloro age como bactericida e tem como objetivo eliminar bactérias e outros micro-organismos que estão presentes na água. A bomba de água e os filtros serão instalados posteriormente, entretanto, a água pluvial captada nas Imagens 1a, 1b e 1c pode ser utilizada para as funções domésticas.

Imagem 1: a) Cisterna com a tubulação da calha; b) Cisterna 01 e 02 instaladas; c) Caixa d'água do sistema de captação.

Fonte: Autores (2023).

3.4. LAUDO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

Após o sistema em pleno funcionamento, foram realizados a análise alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos de amostras de água da chuva coletada no dia 24 de novembro de 2023. Vale a pena destacar que Em Manaus, a seca é a maior seca registrada em 121 anos. A cota do Rio Negro, nesta segunda-feira, estava em 12,89m, a menor desde 1902, quando começaram as medições do volume do rio. O recorde de alta já medido foi de 30,02 metros em 16 de junho de 2021 (NASCIMENTO, 2023).

Como podemos observar as Análises Microbiológicas apresentaram ausência de coliformes totais e a *Escherichia coli*. Os parâmetros físico-químicos como cor aparente, odor, gosto, sólidos totais e turbidez apresentam resultados dentro do Valor Máximo Permitido, estabelecido pela Portaria de Consolidação MS/GM nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX (alterado pela Portaria GM MS 888, de 04/05/2021), que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano.

Diante dos parâmetros analisados, deve-se destacar que o pH observado foi de 5,82 por se tratar de águas pretas, características do bioma Amazônico que apresenta pH entre 3,8 e 5,8. (BOLSON *et al.,* 2008).

Imagem 2: Resultados dos parâmetros de potabilidade analisados

Multilab
Soluções Químicas e Consultoria Ambiental

RELATÓRIO DE ANÁLISES Nº 0023.824

Interessado: Cristina Andrade Ferreira
Tipo de Serviço: Análises Físico-Químicas e Microbiológicas
Local da Coleta: Água da Chuva
Data: 24/11/2023
Responsável pela Coleta: O interessado

PARMÂMETROS

PARÂMETROS ANALISADOS	RESULTADOS ENCONTRADOS	PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021.	INTERPRETAÇÕES
PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes totais	Ausência	Ausência em 100 ml	ATENDE
Escherichia coli	Ausência	Ausência em 100 ml	ATENDE
PARÂMETROS PADRÕES			
Cor Aparente	12	15 µH	ATENDE
Odor	NÃO OBJETAV.	NÃO OBJETAV.	ATENDE
Gosto	NÃO OBJETAV.	NÃO OBJETAV.	ATENDE
Sólidos (T) Dissolvidos	26 mg/L	500 mg/L	-
pH	5,82	6,0 a 9,5	ATENDE
Turbidez	3	Até 5 NTU	ATENDE

Metodologia: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater – APHA – AWWA – WPCF, 24ª Edição.

Manaus, 04 de Dezembro de 2023.
Eng. German Bezerra Inhuma
CRQ - Nº 14300233

Fonte: Autores (2023).

Conforme os resultados apresentados, demonstra-se que é possível o utilizar a água capitada da chuva para recreação doméstica, como lavagem do carro, regar as plantas do quintal, limpar a casa etc.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de captação de água pluvial na residência foi uma excelente alternativa sustentável de aproveitar a água da chuva para atividades domésticas, devido a constante precipitação e o alto índice pluviométrico na cidade de Manaus.

Conforme apresentado no laudo de potabilidade, a água captada não é para consumo humano, mas pode ser utilizada para lavagem do quintal, da garagem, do carro, irrigação de jardins, lavagem de pisos externos e calçadas ou para qualquer atividade que exija o seu uso. A eficiência da capacidade de captação de água do projeto é significativamente alta, visto no exemplo citado, se um evento de precipitação de 20mm ocorrer em uma hora, a capacidade de captação de água pluvial do sistema será de 500 litros, sendo um resultado elevado para um simples sistema de captação.

Destaca-se também o seu baixo custo, pois devido a acessibilidade do projeto torna-se viável para duplicação, fazendo com que outras famílias possam aderir o processo da captação de água pluvial. Além do benefício para o meio ambiente que a captação de águas pluviais trará, resulta na preservação do meio ambiente e traz como resultado positivo a preservação dos recursos naturais e redução no risco de enchentes.

REFERENCIAIS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12217: **Gesso para construção civil – Determinação das propriedades físicas do pó**. ABNT, 2019. Disponível em: < https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/4861/nbr12127-gesso-para-construcao-civil-determinacao-das-propriedades-fisicas-do-po>

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15527: **O aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - requisitos**. ABNT, 2007. Disponível em: < https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1940>

[3] BOLSON, M. A., CUNHA, H. B., ARCOS, A. N., SILVA, J. S., PLASKIEVICZ, A. C. **Comparação do IQA (Índice de Qualidade da Água) Proposta pela CETESB ao IQAP modificado para as águas Pretas da Amazônia. In: Conferência Científica Internacional LBA**, Geoma e PPBio. 2008. Disponível em: < https://doi.org/10.5281/zenodo.7108333>

[4] IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manaus. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php? codmun=130240>

[5] INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>

[6] JUNIOR, J.C.M.D., VIEIRA, A.F.S.G. **Padrões pluviométricos da Cidade de Manaus-AM: 1986 a 2015.** Boletim Paulista de Geografia, nº 102. 2019. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/1508>

[7] MAY, S. **Estudos da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. São Paulo – SP, 2004. 159 p. Disponível em : < https://doi.org/10.11606/D.3.2004.tde-02082004-122332>

[8] NASCIMENTO, L. 2023. **Seca no Amazonas afeta mais de 630 mil pessoas.** Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-10/seca-no-amazonas-afeta-mais-de-630-mil-pessoas>

[9] RIVAS, R.S. **Aproveitamento de Água da Chuva.** 2015. 35 f. Monografia (Especialização em

Ensino de Ciências) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015. Disponível em: < http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/22153>

[10] SODRÉ, G.R.C. **"Verão Amazônico": Entenda a origem do fenômeno e suas consequências.** Portal Amazônia. 2023. Disponível em: https://portalamazonia.com/noticias/meio-ambiente/verao-amazonico-entenda-as-origens-do-fenomeno-e-suas-consequencias. Acesso em 17 de dezembro de 2023.

[11] TOMAZ, P. **Economia de água para empresas e residências: Um estudo atualizado sobre o uso racional da água**. São Paulo: Editora Hermano & Bugelli Ltda., 2003.

[12] URBANO, E. **Aproveitamento de água da chuva de baixo custo para residências urbanas.** 2008. Disponível em:<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-da-chuva.htm>. Acesso em 30 de outubro de 2023.

[13] VIEIRA, J.P.S., FERREIRA, S.J.F. 2021. **Hidrologia Superficial em Área de Floresta Primária e em Área Urbana no Município de Manaus.** Projeto de Iniciação Científica, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Amazonas. Disponível em: < https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/39090>

Capítulo 28

Eficiência da planilha de gantt em obras de construção monolíticas, método planejado e organizado: um estudo de caso

Higor Grabiel de Lima Ferreira
Alexandra Amaro de Lima

Resumo: Este artigo mostra um estudo de caso desenvolvido em uma obra de Construção Civil localizada na cidade de Manaus/AM. Para isso, foi aplicada durante os primeiros seis meses do ano 2023, uma ferramenta da Lean Construtions denominada de planilha de Grantt. A metodologia apresentada no decorrer do artigo, vem mostrando a facilidade e as rotinas para a utilização dessa ferramenta, a qual é utilizando não somente no mundo da construção civil, sendo igualmente eficaz em todos os tipos de projetos. Desta forma, foi possível encontrar diversos resultados, saindo de um modo de construção tradicional, para um mecanismo que nos ajuda na comunicação com a equipe, tendo também como resultados a facilidade do gerenciamento, provocando a maior visualização na produtividade, no desperdício de tempo e na precaução da falta de material, isto é, beneficiando a obra para a finalização no custo. Concluímos que se houver essa virada de chave no método de construção civil, tem como alcançar um método mais enxuto e mais claro de se construir, tendo a obra na palma da mão, sabendo o que está acontecendo em cada canto, tendo em mente os principais resultados que são obra no custo, produtividade e sem desperdício de tempo ou material.

Palavras-chave: Lean Construction; produção enxuta;

1. INTRODUÇÃO

Derivada do Sistema Toyota de Produção, vem revolucionando a Construção Civil e dando origem a um sistema de produção mais enxuto denominado de *Lean Construction* (OHNO, 1997). A *Lean Construction* foi criada e desenvolvida para melhor os conceitos de fluxo e gerenciamento de valores presentes no pensamento enxuto à construção civil, e para isso, utiliza-se uma ferramenta poderosa denominada de Planilha *Grantt*.

A construção civil sempre foi alvo de críticas em decorrência aos altos custos das obras, o mesmo que dizer elevado desperdício de materiais e baixa produtividade. Isso se deve porque, na década de 1980 existiam várias obras públicas com poucas exigências quanto à qualidade e os clientes das mesmas eram despreparados para exigirem os seus direitos de consumidores (FORMOSO, 1991).

Porém em 1990 surgiram alternativas como modelo para a gestão de produção na construção civil. De acordo com OHNO (1997) o melhor modelo de produção desenvolvido, foi a *Lean Construction.* (ISATTO *et al.,* 2000). O planejamento de obras eficiente contribui não somente com a redução de prazos, como possibilita a diminuição de desperdícios e garante um controle maior da obra. Isto posto, a busca por metodologias que otimizam o processo de planejamento e gestão de obras se faz primordial para a evolução da construção civil – no mercado de trabalho, aqueles que as possuem têm sua relevância alavancada (BEDIN, 2017). Entretanto, a filosofia Lean requer tempo e engajamento para ser disseminada (KOSKELA, 1992), o que, culturalmente, não atrai muitas das empresas construtoras brasileiras (HARADA & MENDONÇA FILHO, 2018).

Em estudo realizado por Francelino *et al.,* (2006), os autores mostram apresentam um estudo em que 13 empresas receberam treinamento e passaram a aplicar os conceitos *Lean*, o que resultou em diversas melhorias de planejamento e gestão. Ainda assim, a grande maioria indicou como a maior dificuldade no processo a resistência dos funcionários às mudanças provenientes da implantação da nova filosofia. Outrossim, Alves *et. al.,* (2008) indicaram a mesma resistência cultural ao aplicarem conceitos *Lean* no planejamento de uma edificação na cidade de Fortaleza, no Ceará. De maneira geral, mesmo com a dificuldade de adaptação, ambos os estudos encontraram melhorias e otimizaram diversos processos das empresas. Coube a tais empresas, portanto, a decisão de implementar permanentemente ou não a filosofia.

Na indústria da construção civil, onde uma visão concretizada, uma gestão eficiente de projetos é crucial. Nesse cenário dinâmico e desafiador, a planilha de *Gantt* surge como uma ferramenta indispensável, oferecendo um panorama estratégico que vai além da simples organização de tarefas. Seu papel transcende a mera cronologia, abraçando a integração de recursos, a antecipação de problemas e a garantia de prazos.

Este artigo mergulha na essência e na aplicação da planilha de *Gantt* na construção civil. Exploraremos como essa ferramenta, há muito tempo confiável, que se tornou um aprendizado para gerentes de projetos, engenheiros e equipes, capacitando-os a transformar complexidades em estratégias tangíveis. Ao acompanhar a evolução do setor, examinaremos como a planilha de *Gantt* se adapta e impulsiona a eficiência na execução de projetos, reduzindo riscos e possibilitando um gerenciamento mais preciso.

Onde se desvendara os benefícios além da simples visualização cronológica, mergulhando na capacidade dessa ferramenta em identificar interdependências, otimizar recursos e fornecer um controle minucioso do progresso. Com estudos de caso e exemplos tangíveis, ilustra como a implementação inteligente da planilha de *Gantt* pode ser uma

chave para o sucesso em projetos de construção civil, moldando um caminho mais suave rumo à conclusão eficiente e dentro do prazo.

2. MATERIAL E METODOS

Este trabalho mostra um estudo de caso desenvolvido em uma obra de edificação residencial com cinco pavimentos e 10 blocos (Vista dos Jacarandás.). Ela esta localizada na cidade de Manaus/AM, no Bairro do Planalto, uma região de ampla visibilidade do edifício e alto fluxo de pessoas, devido à proximidade a outros condomínios. Ainda, o estudo de caso foi desenvolvido durante os primeiros 6 meses do ano de 2023, sendo o empreendimento projetado e executado por uma construtora de grande porte. A localização da vista do edifício construído, é apresentado na imagem de satélite apresentada na Figura 1.

Figura 1: Localização do empreendimento

Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

A sequência descrita abaixo foi planejada inicialmente em três etapas, sendo a primeira delas o estudo e a montagem da planilha de *Gantt*; na etapa dois, aplicação das rotinas diárias de atualização e apresentação dos resultados, positivos ou negativos; na terceira etapa, monitorar todos os benefícios e vantagens que o uso dessa ferramenta trouxe para a obra. Essas 3 etapas foram aplicadas nos 6 primeiros meses de 2023, assim, foi possível visualizar a funcionalidade e os benefícios que a planilha de *Gantt* trouxe ao ambiente de trabalho.

2.1. UTILIZAÇÃO DO QUADRO DE FLUXO DE ATIVIDADES

Sendo a primeira delas o estudo e a montagem da planilha de *Gantt*; nessa etapa vamos estudar e organizar todas as atividades em ordem de uma construção civil monolítica, vamos ter o auxílio da ferramenta da Microsoft que é o EXECEL, nessa ferramenta vamos montar nossa planilha, botando as atividades em ordem de dependência, e também em blocos de serviço como estrutura, acabamento, *checklist* e etc.

2.2. REUNIÕES DIÁRIAS ONDE VÃO DISCUTIR SE AS ATIVIDADES

Na etapa dois, aplicação das rotinas diárias de atualização e apresentação dos resultados, positivos ou negativos; essas rotinas diárias são as reuniões no primeiro horário do dia, para debater o que está planejado para ser realizado no dia e verificar se as atividades do dia anterior foi realizada e se não foram, o porquê não foi realizado e elaborar um plano de ação para conseguir recuperar esse *gap*. Além também de manter atualização da planilha de *Gantt* botando todos os dados colhidos, mesmo sendo positivo ou negativo.

2.3. MONTAGEM DO PLANEJAMENTO SEMANAL E CONFERÊNCIA DO SERVIÇO A SER REALIZADO

Na terceira etapa, monitorar todos os benefícios e vantagens que o uso dessa ferramenta trouxe para a obra: Verificar se trouxe agilidade para resolução de problemas, tem a obra na palma da mão, sabendo o que está acontecendo em cada lugar da obra, facilitando a comunicação entre as equipes, fornecedores e *stakeholders*, garantindo que todos estejam cientes das etapas e prazos do projeto.

3. RESUTADOS

3.1. UTILIZAÇÃO DO QUADRO DE FLUXO DE ATIVIDADES

Nessa primeira etapa, foi desenvolvida a planilha de *Gantt* fazendo a definição do escopo de serviço da obra, identificando as tarefas e listando todas as tarefas necessárias para concluir o projeto. Isso foi incluído a preparação do terreno, fundações, estrutura, alvenaria, instalações elétricas e hidráulicas, acabamentos, entre outros. Foi determinada a ordem em que as tarefas deveriam ser executadas. Algumas tarefas foram realizadas simultaneamente, enquanto outras dependiam do término de outras, estabelecendo dependência entre as atividades.

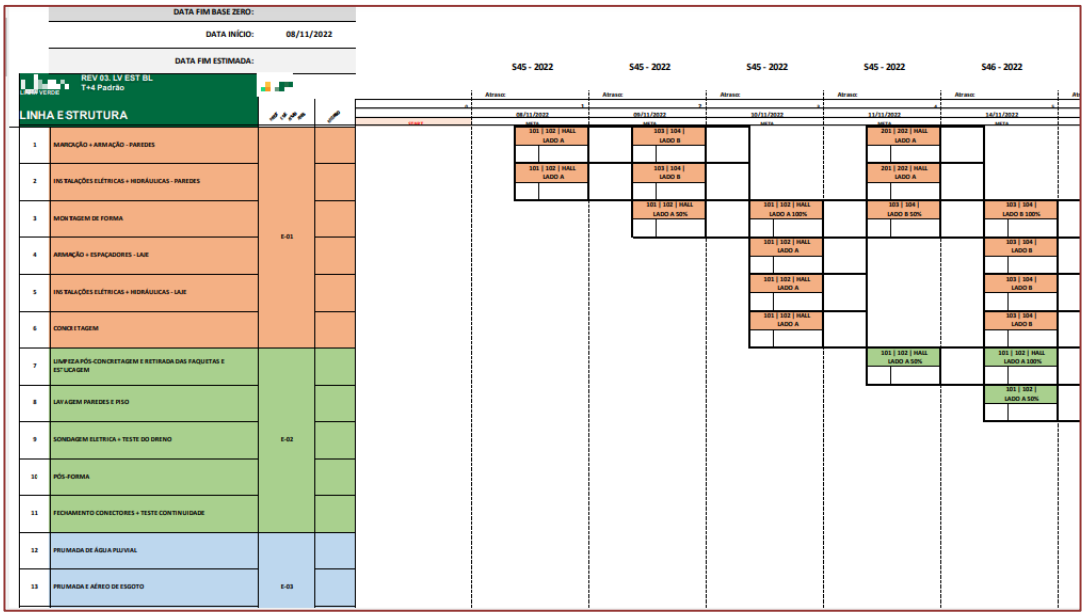
Após a determinação das tarefas, foi estabelecido o necessário para execução e conclusão de cada uma delas, de acordo com a experiência anteriores, consultas a especialistas ou dados históricos de projetos similares. Além disso, foi atribuído recursos (mão de obra, equipamentos, materiais) a cada tarefa.

Durante a montagem da planilha é necessário que o Divulgador (especialista em aplicar a planilha pela construtora) dela esteja ciente dos recursos necessários para desenvolvimento da obra, e que estes estejam disponíveis durante a execução, conforme o planejado. Os marcos importantes no projeto, como a conclusão da estrutura principal, para auxiliar e avaliar o progresso do projeto, são apresentados na planilha de *Grantt,* apresentado na Figura 2.

A coluna de dados à esquerda na Figura 2 mostra a estrutura de planilha desenvolvida no estudo de caso, mostrando com a cor laranja, todos processos da produção relacionados a estrutura e concretagem. Ao mesmo tempo, a cor verde esta relacionada aos processos de desforma e pós-forma (tratamento da parede de concreto), enquanto a cor azul, esta relacionada a execução de toda a parte hidráulica da obra.

Ainda mostrando a planilha, a parte superior direita apresenta as datas e semanas as quais as atividades serão realizadas. Nota-se que o desenho em forma de escada apresentada, indica a ordem de serviço a ser executada.

Figura 2: *Layout* da planilha *Gant*



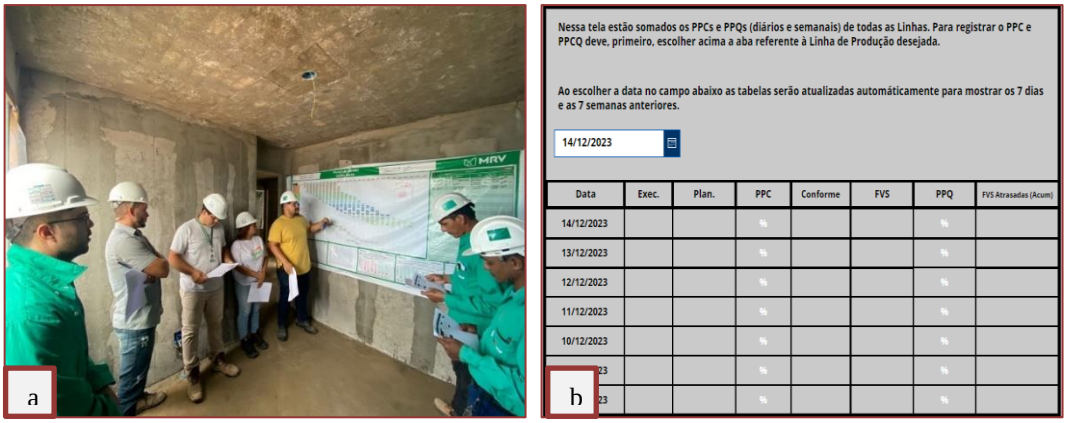
Fonte: Autores (2023).

3.2. REUNIÕES DIÁRIAS PARA A DISCUTIÇÃO DAS ATIVIDADES

À medida que o projeto avança, a planilha de *Gantt* foi atualizada com informações das atividades realizadas no dia anterior a reunião, para verificar se todas as atividades planejadas foram executas (Figura 3a).

Além da reunião diária com a apresentação da planilha, foi usado um software adicional, que tem como objetivo compartilhar o cronograma com todas as partes interessadas, incluindo a equipe de construção e fornecedores, mostrando as atividades planejadas para o dia, ainda, a percentagem de conclusão e eventuais desvios no cronograma (Figura 3b).

Figura 3: a) Reunião diária da equipe, com a planilha de *Grantt* (ao fundo); b) Software de acompanhamento de conclusão de atividades.



Fonte: Autores (2023).

Caso ocorram atrasos ou problemas, as causas serão identificadas e medidas corretivas serão tomadas para que o projeto se mantenha dentro do prazo. Assim, é essencial a presenças de todos os líderes na reunião, para que possam estabelecer um plano de ação eficaz para resolver o problema mais rápido possível, sem atrapalhar o tempo de entrega das atividades e atualizando a planilha de *Gantt* ao longo do projeto. Isso permitirá que ajustes possam ser feitos se necessário e garanta o cumprimento dos prazos.

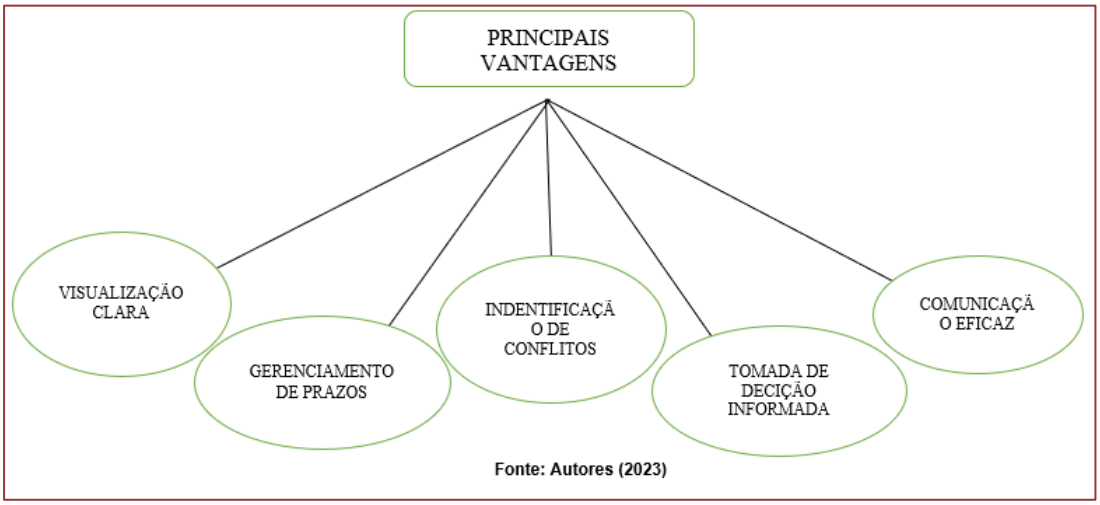
As rotinas diárias são essenciais para um bom uso dessa ferramenta, e cabe aos líderes da obra manterem essa prática, assim, foi possível conhecer o *status* da obra como, das atividades planejadas, quantas foram realizadas, diariamente. Desta forma, foi possível comunicar aos colaboradores qualquer tipo de contratempo na obra para que a solução a esse fosse pensada imediatamente. Assim, com essas rotinas conseguiu-se monitorar o ponto crítico da obra, as despesas extras que surgiram e que não estavam previstas, o acompanhamento do tempo de atividades, assim como, a visualização de funcionários produtivos e não produtivos. Com a aplicação da planilha *Grantt* a obra ficou totalmente sob o controle dos líderes, o que permitiu um entrosamento maior entre a equipe, resultando no bem maior que é a entrega de uma obra com qualidade, no prazo e dentro do orçamento.

3.3. MONTAGEM DO PLANEJAMENTO SEMANAL E CONFERÊNCIA DO SERVIÇO A SER REALIZADO

Durante os 6 meses de aplicação do método na obra, foi possível notar alguns benefícios gerados pela Planilha de *Gantt*. Ela permitiu uma visualização clara e detalhada das atividades do projeto durante todo o período de execução desta. Isso auxiliou na compreensão das interdependências entre tarefas e identificação de prazos. Além disso, ela permitiu o acompanhamento e controle dos prazos de cada etapa da construção e melhor controle do tempo dedicado a cada atividade.

Além, de identificar facilmente possíveis conflitos de agenda, como sobreposição de tarefas ou recursos insuficientes para determinar atividades e a alocação eficiente de recursos, como mão de obra, equipamentos e materiais, certificando que haja disponibilidade nos momentos certos durante a construção, como também a comunicação entre as equipes envolvidas no projeto, pois ofereceu uma visão geral do progresso e das próximas etapas, o que pode melhorar a colaboração e o alinhamento. A planilha auxiliou na criação de estratégias de contingência para possíveis atrasos ou mudanças no cronograma, permitindo uma gestão de imprevistos, dados e informações concretas que colaboram a tomada de decisões sobre ajustes no projeto para melhorar o tempo e os recursos. Ainda disto, ela faz um registro histórico do projeto, o que pode ser valioso para projetos futuros, fornecendo *insights* e aprendizados para melhorias em construções subsequentes.

Figura 3: Mapa mental em tópicos das vantagens encontradas.



Apesar do sucesso da aplicabilidade da Planilha de *Gantt* mostrada neste estudo de caso, a comunidade da construção Civil ainda possui uma certa resistência ao método. Porém existem inúmeras vantagens em sua utilização, como apresentadas na Figura 3. Primeiramente, a Visualização Clara que é uma das vantagens do método, pois por meio dela, é possível visualizar o projeto de forma clara e intuitiva. Isso facilita a compreensão das tarefas, prazos e dependências, tornando o planejamento mais eficiente.

Adicionalmente, o Gerenciamento de prazos tem como finalidade ajudar a manter o controle dos prazos, evitando atrasos e garantindo que as tarefas sejam concluídas no tempo previsto. Com isso a identificação de conflitos fica mais evidente, pois, ela permite identificar conflitos de programação e recursos, ajudando na alocação adequada de pessoas e materiais.

Consequentemente, aparece mais umas vantagens que complementam esse método, que são as tomada de decisões informadas, logo, vem a facilitar a tomada de decisões com base em informações atualizadas sobre o progresso do projeto. Assim desenvolvendo a comunicação tornando-a mais eficaz, de modo que a comunicação entre os membros da equipe e as partes interessadas, pois fornece uma representação visual clara do projeto.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste artigo, foi apresentada a experiência da aplicabilidade da planilha de *Gantt* em uma obra de Construção Civil na cidade de Manaus/AM, sendo ela uma ferramenta vital nesse cenário dinâmico. Uma jornada nos conduziu por um caminho onde a organização, o controle e a eficiência se entrelaçam, transformando desafios em oportunidades e complexidades em estratégias tangíveis.

À medida que encerramos esta exploração, é crucial enfatizar a importância de consideração a planilha de *Gantt* não apenas como um mero recurso visual, mas como o alicerce que sustenta a gestão inteligente de projetos na construção civil. Sua capacidade de fornecer uma visão panorâmica, identificar interdependências e obstáculos antecipados é inestimável.

É evidente que a aplicação dessa ferramenta vai além do simples planejamento cronológico. Ela representa a essência do controle, da agilidade na tomada de decisões e da adaptação às mudanças inevitáveis que permitem todo projeto de construção. Seu impacto é tangível não apenas na redução de atrasos e custos, mas também na construção de um ambiente de trabalho mais colaborativo e eficiente.

Portanto, é fundamental reafirmar que a planilha de *Gantt* não é apenas uma ferramenta, mas sim um aliado estratégico que capacita equipes e gestores a transformarem visões em realidades concretas. Que sua adoção inteligente e seu aprimoramento contínuo continuem a moldar um futuro em que a excelência na gestão de projetos de construção seja uma constante, impulsionada pela eficiência e controle oferecido por essa ferramenta poderosa.

REFERÊNCIAS

[1] KEMMER, S. L.; HEINECK, L. F. M.; ALVES, T. C. L. **Using the line of balance for production system design.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008. Disponível em: < http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/7143>

[2] ALARCÓN, L. **Construção enxuta**. Imprensa CRC, 1997. Disponível em: < https://www.prevision.com.br/demonstracao/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA-bmsBhAGEiwAoaQNmurOZ0mHS9oxxaRojm43iLomc1lLsHylgglV6YoPxLNomB3FVh4wxoCW7sQAvD_BwE>

[3] ATAÍDE, P.; PEDICINI, I.; MARCEL, L.; LEAL, D. **Consequências da falta de gerenciamento de uma construção com aplicação de estrutura pré-moldada: Estudo de Caso**. 2022. Disponível em: < https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/25442>

[4] BEDIN, Y. C. M. **Método da Linha de Balanço automatizada por ferramenta computacional: estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, 2017

[5] FERREIRA, Murilo Amorim. **Planejamento agregado da produção e aplicação do Gráfico de GANTT**. 2018.

[6] FORMOSO, C. T**. Lean Construction: princípios básicos e exemplos**. Pini. Disponível em: . Acesso em: 29 out. 2017.

[7] HARADA, E. N; MENDONÇA FILHO, L. S. **Avaliação das dificuldades em aplicar o Lean Construction no Brasil.** Artigo. Centro Universitário FEI. 2018.

[8] ISATTO, Eduardo L.; FORMOSO, Carlos T.; DE CESARE, Cláudia M.; HIROTA, Ercília H. & ALVES, Thaís C.L**. Lean construction: diretrizes e ferramentas para o Controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000. Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5.

[9] KOSKELA, L**. Application of the new production philosophy to construction**, v. 72, 1992.

[10] OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997.

[11] STRAMOSK, Lucas et al. **Implementação de um processo de planejamento e controle da produção na construção civil**. 2017.

[12] YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003. ZHANG, L; CHEN, X; Role of lean tools in supporting knowledge creation and performance in lean construction. Procedia Engineering, Vol. 145, p.1267-1274, 2016.

[13] VALENTE, C. P. **Modelo para Concepção de Dispositivos Visuais na Gestão da Produção na Construção**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

@editorapoisson

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

https://www.facebook.com/editorapoisson